# MINERALE ȘI ROCI SEDIMENTARE

## DETERMINATOR

# PREFAŢĂ

*Cele mai extinse formaţiuni la suprafaţa scoarţei — rocile sedimentare — constituie astăzi obiect de largă investigaţie geologică. Interesul pentru cercetarea acestora este, în primul rînd de natură economică.*

*Prospecţiunea zăcămintelor de petrol şi gaze, cărbuni, sare, substanţe nemetalifere (fosfaţi, sulfaţi, calcare ş.a.) şi metalifere (fier, mangan, aluminiu ş.a.) vizează, în primul rînd, rocile sedimentare.*

*Cercetarea platformelor continentale şi a zonelor depresionare din bazinele marine şi oceanice conduce la conturarea ariilor cu sedimente actuale deţinătoare de substanţe utile. Forajul „submarin" — o realitate astăzi şi o perspectivă bine conturată, în viitor — interceptează, în zonele de amplasare, formaţiuni sedimentare şi stabileşte conexiuni pentru înţelegerea evoluţiei lor.*

*Cumularea — prin prospecţiuni geologice în ariile continentale şi zonele submerse — a foarte numeroase date despre sedimente şi roci sedimentare a determinat progresul petrografiei sedimentare şi interesul pe care cercetătorii îl acordă acestor roci.*

*În reconstituirea proceselor care au generat rocile sedimentare, cunoaşterea compoziţiei, texturii şi structurii lor reprezintă o etapă necesară şi obligatorie. O diagnosticare precisă, mineralogică şi petrografică, a tipurilor de roci din asociaţiile litologice sedimentare, datorită naturii lor poligenetice, este o operaţiune dificilă, care implică alegerea unor criterii naturale şi obiective de definire şi de nomenclatură. Compoziţia mineralogică, textura şi structura rocilor reprezintă asemenea criterii, iar încercările recente, de sistematizare a lor, în pas cu cercetarea modernă, caută să-şi găsească expresie în lucrarea de faţă.*

*Pentru că, astăzi, identificarea şi deci definirea unei roci este de neconceput fără o investigaţie la scară microscopică — DETERMINATORUL de faţă — plecînd de la această premisă — solicită de la început cunoaşterea tehnicilor de investigaţie microscopică şi interpretarea datelor obţinute prin metode moderne de investigaţie. Structurat astfel încît să stimuleze şi să uşureze observaţia mineralogică şi petrografică, determinatorul oferă informaţii descriptive şi metodologice necesare în studiul mineralelor şi rocilor sedimentare.*

*Partea I cuprinde o prezentare detaliată a mineralelor din domeniul sedimentar — silice, carbonaţi, sulfaţi, săruri haloide, fosfaţi, oxizi-hidroxizi, silicaţi, minerale grele — din punctul de vedere al caracterelor morfologice, al ocurenţelor şi sursei, al semnificaţiilor genetice şi, în special, al proprietăţilor „diagnostic": caractere macro- şi microscopice distinctive, confuzii posibile, parametri determinabili prin RX, ATD, IR. La finele fiecărei grupe, proprietăţile menţionate se pot urmări, comparativ, în tabele sinoptice.*

*Partea a II-a tratează rocile sedimentare pe baza unei sistematici, în special, mineralogice: roci clastice (detritice şi piroclastice), roci argiloase, roci carbonatice, silicolite, bauxite, fosforite. În descrierea tipurilor petrografice se dau informaţii cu privire la aspectul macroscopic, textură, structură, compoziţie mineralogică, transformări diagenetice, varietăţi, ocurenţe litologice şi semnificaţii petrogenetice. Datele prezentate sînt sintetizate, la sfîrşitul fiecărui capitol, în tabele sinoptice de determinare a rocilor. Pentru o mai largă utilizare a determinatorului se dau, la principalele tipuri de roci, sinonimiile şi transcrierea lor în limbile franceză, engleză şi germană.*

*Alături de lucrările „Determinarea mineralelor opace" şi „Determinarea rocilor magmatice şi metamorfice", lucrarea de faţă completează iniţiativa Editurii tehnice de a elabora lucrări cu caracter de determinator, atît de utile în practica microscopică.*

*Determinatorul de faţă cuprinde o parte din experienţa cîştigată în cadrul Catedrei de mineralogie a Universităţii din Bucureşti şi în activitatea de cercetare reflectînd o etapă de lucru în care m-am bucurat de sugestiile şi observaţiile Profesorului dr. doc. Dan Rădulescu, căruia, cu această ocazie, îi aduc mulţumiri.*

*Lucrarea cuprinde date originale şi de informaţie bibliografică; unele descrieri şi figuri sînt rezultatul colaborării avute cu lectorul dr. Dan Grigorescu care, cu amabilitate, mi-a pus la dispoziţie şi rezultate ale cercetărilor sale.*

*Determinatorul se adresează tuturor acelora care au ca obiect de studiu rocile sedimentare şi substanţele utile asociate lor: geologilor şi inginerilor geologi care lucrează în terenurile sedimentare, studenţilor de la specializările de Inginerie geologică şi geofizică a universităţilor. Prin selecţie, o parte din datele lucrării pot interesa un cerc mai larg de ingineri geologi şi tehnicieni care lucrează în întreprinderi de prospecţiuni sau şantiere de explorare pentru cărbuni şi petrol, geotehnicieni, pedologi ş.a.*

AUTORUL

CUPRINS

# PARTEA ÎNTÎI

# SIMBOLURI ŞI ABREVIERI

## 1. Simboluri

— pentru minerale

| | |
|---|---|
| *N* ∥ | — un singur nicol |
| *N*+ | — doi nicoli |
| L.C. | — lumină convergentă |
| ⊥ | — perpendicular |
| ∥ | — paralel |
| *a, b, c* | — axe (direcţii) cristalografice |
| *N, n* | — indice de refracţie pentru medii izotrope |
| *Nl* | — indicele de refracţie al lichidului de imersie |
| $\omega \cdot \varepsilon$ | — indici de refracţie pentru minerale uniaxe $(=N_o, N_e)$ |
| $\gamma, \beta, \alpha$ | — indici de refracţie pentru minerale biaxe (=*Ng*, *Nm*, *Np*) |
| $\delta$ | — birefringenţă (=*Ng*—*Np* sau *No*—*Ne*) |
| U+, U— | — uniax pozitiv, uniax negativ |
| 2V | — unghiul axelor optice |
| PAO | — planul axelor optice |
| $c:\gamma$ | — unghi de extincţie |
| $\Delta$ | — triclinicitate |
| (olo) | — faţă cristalografică |
| A | — amper |
| Å | — Angström |

— pentru roci

| | |
|---|---|
| *A* | — angular |
| *SA* | — subangular |
| *SR* | — subrotunjit |
| *R* | — rotunjit |
| *S* | — indice de sfericitate |
| *Di* | — indice de disimetrie |
| *Ap* | — indice de aplatizare |
| *Ro* | — indice de rotunjire |
| *So* | — gradul de sortare |
| $\sigma$ | — abaterea medie standard |
| *Sf* | — sfericitate |

## 2. Abrevieri

| | |
|---|---|
| aut. | — autigen |
| alo. | — alogen |
| Transf. | — transformări |
| gr. sp. | — greutate specifică |
| dur. | — duritate |
| Ext. | — extincţie |
| ATD | — analiză termică diferenţială |
| RX | — raze X |
| IR | — infraroşu |
| TG | — termogravimetric |
| U.V. | — ultraviolete |
| piro. | — pirognostic |
| u.e.m. CGS | unităţi electromagnetice |
| m.e. | — miliechivalenţi |
| $T_{fierb.}$ | — temperatură de fierbere |
| $T_{îngh.}$ | — temperatură de îngheţ |
| ASTM | — Association for standards and testing materials (Asociaţia pentru standarde şi testarea materialelor — S.U.A.). |

# 1. Mineralele rocilor sedimentare

Apariţia rocilor sedimentare la suprafaţa scoarţei Pămîntului — într-un domeniu de interferenţă al multor procese geologice — este controlată, în special, de procesele exogene. Aceste roci se formează prin dezagregarea şi alterarea rocilor preexistente, prin procese de precipitare în bazine marine sau lacustre şi/sau prin activitatea biotică. Rezultă în acest fel categorii diverse de roci, fiecare dintre ele oglindind caracterele proceselor care le-au generat:

Roci *detritice* sau *clastice*, în care materialul component — provenit din dezagregarea rocilor preexistente — a suferit un transport şi o sedimentare marină sau continentală. Se formează, astfel, agregate complexe de elemente (fragmente diverse ca formă şi mărime), mobile sau cimentate: pietrişuri, nisipuri, mîluri, respectiv conglomerate, gresii, marne şi argile;

Roci *de precipitaţie*, a căror formare este controlată de factori fizico-chimici (*p*H, *E*h, concentraţie, temperatură, presiune) şi a căror trăsătură dominantă o constituie cristalinitatea: calcare de precipitaţie, evaporite etc.;

Roci *organogene* (biogene), la a căror formare îşi aduc o contribuţie importantă organismele vegetale şi animale prin activitatea din timpul vieţii lor sau acumularea părţilor minerale (schelete, cochilii etc.) după moartea acestora. De exemplu: calcare organogene, silicolite (radiolarite, spongolite, diatomite).

*Rocile reziduale*, subordonate cantitativ, sînt rezultatul unor procese de alterație „in situ": bauxite, feralite, manganolite și unele tipuri de argile.

O poziție aparte în cadrul rocilor sedimentare — și din unele puncte de vedere, discutabilă — o ocupă *rocile piroclastice*, formate din material de origină endogenă; expulzat prin erupții vulcanice la suprafața scoarței (în atmosferă sau în mediul marin) și care a suferit un proces de transport și/sau depunere.

Cunoașterea rocilor sedimentare și înțelegerea proceselor care le generează nu este posibilă fără o identificare exactă a mineralelor care le constituie.

O parte din mineralele componente — MINERALELE DETRITICE — se acumulează în bazine de sedimentare, după ce, datorită transportului și transformărilor fizico-chimice, își pierd o parte din caracterele primare căpătînd trăsături noi, proprii proceselor sedimentare: fragmentare, corodare, rulare, alterare etc. Proveniența lor din surse situate în afara bazinului de acumulare și consolidare se indică prin denumirea de minerale ALOGENE.

Originea mineralelor constituente — magmatică, metamorfică sau sedimentară — se recunoaște prin trăsături specifice imprimate de particularitățile genezei lor: cristalizarea din magme, fenomene de blasteză metamorfică, precipitare sedimentară. Proprietățile cele mai importante care ajută la identificarea originii lor sînt idiomorfismul și zonarea cristalelor, natura incluziunilor, tipul de asociație mineralogică, tipul de alterare etc. Mineralele alogene servesc, în special, ca indicatori de proveniență, pentru precizarea ariei sursă, sau ca minerale de corelație.

O altă categorie de minerale se formează în decursul procesului de litogeneză (singeneză, diageneză, epigeneză) prin procese de precipitare din soluții sau de transformare (substituție) a mineralelor preexistente; ele sînt cunoscute sub numele de MINERALE DE NEOFORMAȚIE. Nașterea lor „in situ" — în cadrul bazinului în care se acumulează și consolidează sedimentele — se reflectă în denumirea de minerale AUTIGENE. Trăsăturile lor distinctive sînt date de idiomorfismul avansat al cristalelor, de natura incluziunilor și, în special, de asociațiile în care se găsesc. Mineralele autigene furnizează informații asupra parametrilor fizico-chimici ai mediului în care s-au format (*p*H, *Eh*, salinitate, temperatură) și asupra succesiunii de cristalizare din cadrul unei anumite asociații mineralogice.

O clasificare a mineralelor din aceste puncte de vedere nu înseamnă o grupare strict tranșantă într-una sau alta din catego-

riile menţionate. Acelaşi mineral poate să apară simultan cu caracter alogen şi/sau autigen (cuarţul, de exemplu, în aceeaşi gresie poate fi detritic şi de neoformaţie; turmalina, în unele roci, este tipic detritică, iar în altele, de neoformaţie).

În funcţie de chimism şi de modul în care reacţionează la factorii exogeni, mineralele ce constituie rocile sedimentare prezintă diferite grade de stabilitate, deosebindu-se: minerale *stabile, metastabile* şi *instabile*. Din această cauză, proporţiile anumitor minerale în rocile sedimentare diferă faţă de rocile magmatice şi metamorfice pe seama cărora s-au format (de exemplu, olivina, plagioclazii bazici, piroxenii — minerale relativ frecvente în unele roci magmatice — sînt instabile şi metastabile în domeniul sedimentar.

Mineralele care intră în constituţia rocilor sedimentare nu sînt numeroase şi sînt, de obicei, aceleaşi pe care le întîlnim şi în alte roci, fiind dintre mineralele cu răspîndirea cea mai mare în scoarţa terestră. În tabelul 1 sînt arătate modul de ocurenţă — detritic (*D*) sau autigen (*A*) —, gradul de stabilitate şi frecvenţa mineralelor din domeniul sedimentar.

În cadrul acestui determinator, mineralele sînt grupate, după chimism şi trăsături structurale, în 8 grupe: grupa silicei, carbonaţi, sulfaţi, săruri haloide, fosfaţi, oxizi şi hidroxizi, silicaţi şi minerale grele.

La începutul grupelor de minerale se prezintă o clasificare succintă a constituenţilor specifici domeniului sedimentar, iar pentru fiecare mineral sînt descrise următoarele aspecte:

*Caractere în rocile sedimentare:* morfologia granulelor alogene, autigene sau piroclastice şi transformările lor posibile; alteraţii şi coroziuni; reacţii cu cimentul sau matricea;

*Ocurenţă:* tipurile de roci în care este întîlnit mineralul respectiv şi forma sub care apare (granule, cristale, ciment etc.);

*Sursă:* pentru mineralele alogene este indicată sursa lor posibilă (din roci magmatice, din roci metamorfice...), iar pentru cele autigene, natura soluţiilor din care au precipitat (soluţii marine, soluţii lagunare etc.);

*Semnificaţii genetice:* indicaţii privind caracterul primar sau secundar al mineralului, vîrsta depozitelor, paleoclima, posibilităţile de folosire ca mineral de corelaţie sau indici petrografici;

*Diagnostic* pentru identificarea mineralelor. Sînt date trăsăturile distinctive (care se vor folosi în completare cu proprietăţile fizice şi optice prezentate în tabelele sinoptice de la finele fiecărei grupe); confuzii posibile (în care se

*Tabelul 1*

**Principalele minerale din rocile sedimentare**
**Mod de ocurenţă—stabilitate—frecvenţă**

| Mineral | Ocurenţă | Stabilitate | Frecvenţă | Mineralul | Ocurenţă | Stabilitate | Frecvenţă |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Actinot | D | s | L | Celestină | A | s | L |
| Agat | D, A | S | L | Chamosit | A | I | L |
| Albit | D, A | s | L | Clorit | D, A | s | C |
| Allanit | D | S | r | Cloritoid | D | s | r |
| Allofan | A | S | L | Clinoclor | D, A | s | C |
| Almandin | D | S | C | Clinozoizit | D | s | r |
| Analcim | D, A | s | r | Colofan | A | s | L |
| Anataz | D, A | S | C | Cordierit | D | I | r |
| Andaluzit | D | s | L | Corindon | D | S | r |
| Andezin | D | s | L | Crisoberil | D | S | r |
| Andradit | D | S | R | Crisotil | D | s | L |
| Anhidrit | A | s | L | Cromit | D | s | R |
| Ankerit | D, A | S | C | Diaspor | D, A | s | L |
| Anortit | D | I | R | Dickit | D | s | r |
| Anortoclaz | D | s | L | Diopsid | D | s | L |
| Antigorit | D, A | s | r | Disten | D | S | C |
| Apatit | D | I | r | Dolomit | D, A | S | L |
| Aragonit | D, A | s | C | Epidot | D, A | S | C |
| Augit | D | s | L | Fluorină | D, A | S | r |
| Baritină | D, A | s | L | Glauconit | D, A | s | C |
| Beidellit | A | s | C | Glaucofan | D | s | r |
| Beril | D | s | r | Goethit | D, A | s | L |
| Biotit | D | s | C | Gips | A | S | L |
| Boehmit | A | s | L | Grafit | D | S | r |
| Brookit | D, A | S | r | Grossular | D | s | r |
| Bytownit | D | I | R | Halit | A | I | L |
| Calcit | D, A | S | C | Halloyzit | D, A | s | C |
| Caolinit | A | S | C | Hidrargilit | D, A | s | L |
| Casiterit | D | S | L | Hematit | D, A | s | C |
| Calcedonie | D, A | S | C | Hercinit | D | s | R |

*Tabelul 1* (continuare)

| 0 | 1 | 2 | 3 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Heulandit | D, A | I | R | Pirop | D | S | L |
| Hipersten | D | s | r | Pirofilit | D, A | s | r |
| Hornblendă | D | s | C | Riebeckit | D | I | r |
| Ilmenit | D | s | C | Rubin | D | S | r |
| Labrador | D | s | L | Rutil | D | S | C |
| Lepidomelan | D | s | r | Sanidin | D | s | L |
| Leucoxen | D, A | S | C | Safir | D | S | r |
| Limonit | A | S | C | Sfen | D, A | S | r |
| Magnezit | D, A | s | L | Serpentin | D, A | s | L |
| Magnetit | D | S | r | Siderit | A | s | L |
| Marcasit | A | s | L | Sillimanit | D | S | r |
| Melanit | D | s | R | Sodalit | D | I | R |
| Microclin | D | s | C | Spessartin | D | S | r |
| Monazit | D | S | r | Spinel | D | S | r |
| Montmorillonit | D, A | S | C | Spodumen | D | S | R |
| Muscovit | D, A | S | C | Staurolit | D | S | C |
| Nacrit | D | I | r | Steatit (Talc) | D, A | s | L |
| Nefelin | D | I | L | Stilpnomelan | D, A | I | r |
| Nontronit | D, A | s | L | Stronţianit | D, A | s | r |
| Oligoclaz | D | s | C | Thuringit | D, A | I | L |
| Olivin | D | I | r | Topaz | D | S | C |
| Opal | A | S | r | Turmalină | D, A | S | C |
| Ortoclaz | D, A | s | C | Tremolit | D | s | R |
| Pennin | D, A | s | r | Uvarovit | D | S | R |
| Periclaz | D, A | I | R | Vezuvian | D | S | R |
| Perovskit | D | s | L | Vivianit | A | s | R |
| Picotit | D | S | R | Xenotim | D | S | R |
| Psilomelan | A | S | L | Zeoliţi | D, A | I | R |
| Pirit | A | s | C | Zircon | D | S | C |
| piroluzit | A | s | r | Zoizit | D | S | r |

Explicaţia simbolurilor:
D, A=detritic, autigen; S=stabil; s=metastabil; I=instabil; C=comun; L=local; r=rar; R=foarte rar.

prezintă principalele proprietăţi ale mineralelor cu care mineralul descris se poate confunda) şi m e t o d e s p e c i f i c e de studiu (de la caz la caz sînt redate fie rezultatele unor teste — *reacţii în acizi, reacţii cromatice* — fie efectele caracteristice obţinute prin analiza termică diferenţială (ATD), prin spectroscopia de absorbţie în infraroşu (IR) sau prin analiza cu raze X (notate RX), valorile parametrilor reticulari — distanţele reticular ($d_A$), intensităţiile liniei respective ($I$) şi indicii ei (hkl); de ex.: 3,34—100—101.

La sfîrşitul cărţii, ca anexe, sînt date cîteva tabele anexă în care mineralele sînt grupate după habitus şi forma de agregare (anexa I), în ordinea durităţilor (anexa III), în ordinea greutăţilor specifice (anexa IV) şi în funcţie de proprietăţile lor optice (caracterul izotrop-anizotrop, uniax-biax, culoare, refringenţă, alungire — anexa V). Un ultim tabel (anexa VI) sintetizează principalele minerale detritice şi sursele lor posibile.

## 1.1. GRUPA SILICEI

Minerale anhidre:

CUARŢ — $SiO_2$ cristalizat (alogen, autigen).

CALCEDONIE — $SiO_2$ criptocristalin.

Varietăţi:

— CALCEDONIT (autigen);

— CUARŢINĂ (autigen);

— LUTECIT (autigen).

Minerale hidratate:

OPAL — $SiO_2 \cdot n H_2O$ amorf (autigen).

### 1.1.1. CUARŢ

**Caractere în rocile sedimentare**

Mineral principal al rocilor sedimentare; poate fi constituent detritic (alogen) şi de neformaţie (autigen).

A l o g e n. Apare sub formă de granule izolate sau agregate de cristale. Forma granulelor este diversă: angulară, subangulară şi rotunjită (diferite grade de rulare). Granulele alungite sînt de

obicei paralele cu axa *c*. Indivizii se caracterizează prin „indicele de alungire" și „indicele de aplatizare". Dimensiunile granulelor nu depășesc de obicei 0,6—1 mm; dimensiunile mai mari de 1 mm caracterizează agregate formate din cuarț (granule compuse). Con-

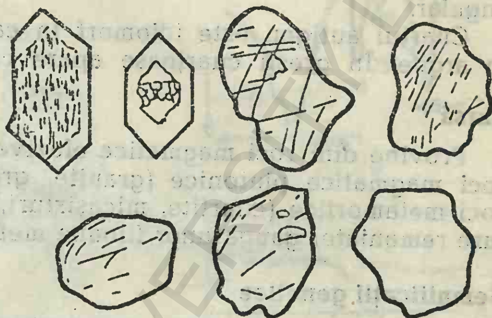


Fig. 1.1. Cristale idiomorfe de cuarț cu incluziuni de carbonați și granule subangulare și rulate de cuarț cu incluziuni fluide și solide (aciculare).

ține frecvent incluziuni minerale regulate ca formă, aciculare sau prismatice, de: zircon, rutil, apatit, sillimanit, turmalină, biotit și incluziuni fluide neregulate. Dispoziția incluziunilor în cristale poate fi haotică sau preferențială — incluziuni orientate în centrul sau la marginea granulelor.

Autigen. Formează zone de supracreștere pe granule de cuarț detritic sau de alte minerale. Este de proveniență secundară (de neoformație) și apare în continuitate optică cu granulul central. Este vizibil în lumină naturală, datorită bordării granulelor detritice de către impurități argiloase sau hidroxizi de fier. În lumină polarizată, datorită orientării optice identice, se observă efectul de „creștere" a dimensiunii granulului (fig. 1.2). Se prezintă și ca pseudomorfoze parțiale sau totale după resturi de organisme. Cristalele sînt idiomorfe sau hipidiomorfe, scurt prismatice, cu secțiuni bazale hexagonale și pot conține incluziuni din mineralele care le găzduiesc (calcit, minerale argiloase, oxizi de fier, siderit, pirit, mai rar resturi organice).

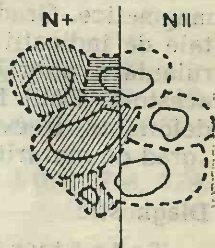



Fig. 1.2. Cuarț secundar (de supracreștere) depus în jurul unor granule detritice.

Transformări. Granulele de cuarț detritic nu prezintă fenomene de alterație; uneori, însă, marginea cristalelor poate fi corodată de cimentul care le încorporează (calcit).

**Ocurență**

Cuarțul alogen este constituent important al rocilor detritice (conglomerate, gresii, siltite și argile). Se întîlnește ca nuclei în olitele calcitice și în cele feruginoase (minette). Intră în constituția unor depozite eoliene. În rocile piroclastice este întotdeauna angular.

Cuarțul autigen este idiomorf în calcare și dolomite; mai rar în argile. În gresii cuarțoase apare ca ciment de supracreștere.

**Sursă**

Provine din: roci magmatice efuzive (riolite, dacite, porfire etc.); roci magmatice plutonice (granite, granodiorite etc.); pegmatite; roci metamorfice (cuarțite, micașisturi, gnaise etc.); roci sedimentare remaniate; ganga unor filoane metalifere.

**Semnificații genetice**

Natura, forma și distribuția incluziunilor din cuarț constituie importante criterii de corelație între diferitele tipuri de roci sedimentare; de asemenea, pot fi folosite ca „indice de proveniență" (indică natura magmatică sau metamorfică a materialului primar). Dimensiunile cele mai mari ale cristalelor de cuarț din rocile sedimentare corespund celor mai frecvente dimensiuni din rocile magmatice. Gradul de rulare a cristalelor sau agregatelor de cristale dă indicații asupra duratei și modului de transport. Extincția rulantă a unor cristale de cuarț reflectă starea de deformare a acestora. Dată fiind rezistența scăzută la transport a cristalelor deformate, frecvența lor mare în rocile sedimentare ar indica un „grad de maturitate scăzut" al rocii și invers.

**Diagnostic**

Trăsături distinctive (v. tabelul 2):

*Macroscopic:* duritatea mai mare decît a carbonaților și feldspaților; absența clivajului, maclelor și a alterației.

*N*||: relieful slab pozitiv în raport cu balsamul de Canada.

*N*+: culoarea de birefringență de ordinul I.

Confuzii posibile (fig. 1.3):

*Feldspat alcalin:* clivaj (001), (010); 2V; alterații.

*Feldspat plagioclaz:* clivaj (001), (010); 2V; alterații, macle polisintetice.

*Nefelin:* U(—), în roci magmatice alcaline.

*Beril:* U(—), în pegmatite.

M e t o d e  s p e c i f i c e:

*ATD:* reacţie specifică şi efect endoterm la punctul de inversiune α-cuarţ ⇌ β-cuarţ — 573°C (fig. 1.4). În amestec poate

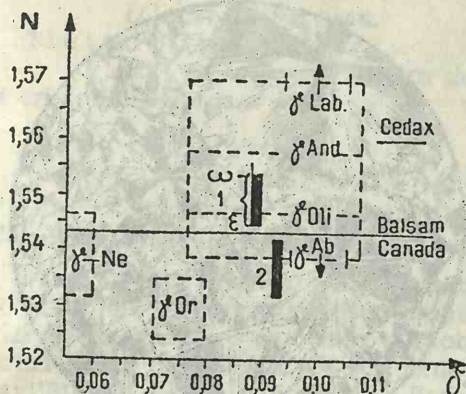



Fig. 1.3. Raportul dintre refringenţă şi birefringenţă la cuarţ (*1*), calcedonie (*2*) şi mineralele cu care se pot confunda (Ne — nefelin, Or — ortoză, Ab — albit, Oli — oligoclaz)

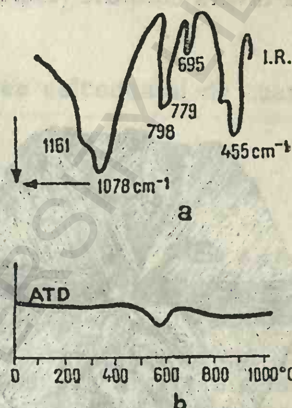



Fig. 1.4. Curbele IR (*a*) şi ATD (*b*) pentru cuarţ.

fi apreciată cantitatea de cuarţ cu o precizie de 5%.

*RX:* distanţe reticulare *(d)*, intensităţi *(I)* şi indici *(hkl)*. (Carver, 1971): 4,26—35—100; 3,34—100—101; 2,46—12—110; 2,28—12—102; 2,24—6—111; 2,13—9—200; 1,980—6—201; 1,817—17—112; 1,672—7—202; 1,541—15—211.

*IR:* benzi de absorbţie caracteristice la 1 078, 798, 779, 455 $cm^{-1}$ (Zussman, 1967) (fig. 1.4).

## 1.1.2. CALCEDONIE

Termen generic folosit în general pentru $SiO_2$ criptocristalin. După alungirea optică a fibrelor se disting trei varietăţi: calcedonit, cuarţină şi lutecit (fig. 1.5).

### Caractere în rocile sedimentare

A u t i g e n. Apare preponderent ca mase informe criptocristaline (ciment) sau mase colomorfe, cu structuri rubanate sau fibros radiare (fig. 1.6). De asemenea, ca strate, snopi, nodule şi sferolite (concreţiuni). Varietăţile colorate se numesc *agat* (structură ruba-

nată), *onyx* (structuri concentrice), *sardonix* (roșu-brun), *cornelian* (roșu), *chrysopras* (verde).

A l o g e n. Apare rar sub formă de granule angulare, incolore sau divers colorate (impurități).

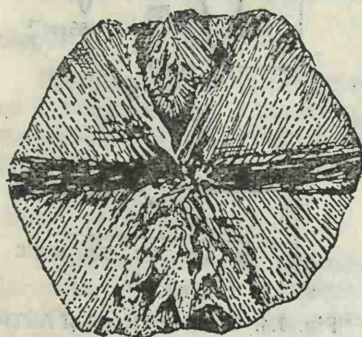


Fig. 1.5. Agregate de lutecit (după Cayeux)



Fig. 1.6. Calcedonie — structură fibros radiară (N+)

**Ocurență**

Formează masa principală a silicolitelor (radiolarite și spongolite), fiind asociată cu opal și cuarț. De asemenea, formează partea scheletică a organismelor silicioase. Alcătuiește accidentele silicioase din diferite roci sedimentare (calcare, dolomite, roci sideritice, silicolite). Poate substitui scheletele calcitice ale unor organisme (moluște, brachiopode). Granule cu caracter detritic se pot găsi în unele nisipuri.

**Sursă**

Provine din soluțiile suprasaturate în silice, prin precipitare sau remobilizare diagenetică. Poate proveni, de asemenea, din geode, cavități și filoane aflate în roci magmatice alterate, sau din resturi de organisme silicioase.

**Semnificații genetice**

Morfologia agregatelor indică depuneri din soluții coloidale. Calcedonia lipsește din formațiunile vechi (urmare a tendinței de recristalizare și de trecere în cuarț).

### Diagnostic

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e (v. tabelul 2):

*Macroscopic:* formele de agregare.

*N*||: relieful negativ.

*LC:* caracterul biax.

M e t o d e s p e c i f i c e:

*RX:* se foloseşte pentru deosebirea calcedoniei de cuarţ şi cristobalit fibros.

## 1.1.3. OPAL

### Caractere în rocile sedimentare

A u t i g e n. Formează agregate colomorfe, incolore sau divers colorate, datorită impurităţilor (minerale argiloase, oxizi şi hidroxizi de fier). Apare ca strate şi globule grupate în sferule sau în şiruri *(opal botrioidal);* de asemenea, pe diaclaze sau în diverse cavităţi ale rocilor sedimentare. Formează partea scheletică a unor organisme (diatomee, spongieri, radiolari). Uneori, constituie cimentul gresiilor. Foarte rar, în sedimente, se întîlneşte ca granule informe (alogen).

### Ocurenţă

Intră în alcătuirea silicolitelor (în special diatomite şi spongolite) şi a unor accidente silicioase (opalite, gaize-uri). Se întîlneşte în formaţiuni recente.

### Sursă

Provine din soluţiile alcaline care dizolvă şi transportă $SiO_2$ din roci magmatice alterate şi depozite de silicolite.

### Semnificaţii genetice

Instabil în timp, suferă procesul de degelificare şi trece în calcedonie. De aceea nu se găseşte în formaţiuni vechi. Formele de prezentare sugerează depunerea din soluţii coloidale.

### Diagnostic

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e (v. tabelul 2):

*Macroscopic:* caracterul amorf; greutatea specifică mică.

*N*||: relieful negativ.

*N*+: izotrop.

Confuzii posibile:

*Sticla vulcanică:* în roci piroclastice.

*Fluorina:* clivaj pe trei direcții; forme cristalografice proprii.

*Tabelul 2*

**Proprietățile mineralelor din grupa silicei**

| Mineralul | Cuarț | Calcedonie | | | Opal |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Calcedonit | Cuarțină | Lutecit | |
| Formula | $SiO_2$ | $SiO_2$ | | | $SiO_2 \cdot H_2O$ |
| Sistemul | Trigonal | Nesigur | | | Amorf |
| Forme de agregare | cristale izolate agregate granulare | agregate sferulitice, fibros radiare | | | mase colomorfe |
| Habitus | prismatic, bipiramide hexagonale | prismatic alungit | | | |
| Gr. sp. | 2,66 | 2,55 –2,63 | | | 2,01–2,16 |
| Durit. | 7 | 6 | | | 5,5 –6,5 |
| Clivaj | spărt. concoidală | fără clivaj — spărtură concoidală | | | sp. concoidală |
| Culoare | incolor, limpede | incolor, bleu, galben, brun roșu | | | incolor, galben, brun, verde |
| $n$ $\omega$ | 1,553 | 1,538–1,543 | | | 1,435–1,455 |
| $n$ $\varepsilon$ | 1,544 | 1,530–1,533 | | | |
| $\sigma$ | 0,009 ord. I | 0,008–0,010 | | | izotrop |
| Extincție | 0° U+; anormal | 0°; Al–0°; Al+ $C$: $\gamma$=30; | | | — |
| 2V | $2V_\alpha$ =0–25° | $2V\gamma$=30° $2V\gamma$=35–40° | | | |
| Reacții specifice | reacționează numai cu HF | | | | |
| ATD | efect end. 573° | | | | |
| RX | 3,34Å–100–101 | | | | |
| IR | 779° cm⁻¹ | | | | |

M e t o d e s p e c i f i c e:

*ATD:* pierde apa treptat, între 100—300°C; lipseşte un maxim bine conturat.

## 1.2. CARBONAŢI

Grupa carbonaţilor cuprinde cele mai răspîndite minerale autigene formate în domeniul sedimentar. În cadrul ei se separă, din punct de vedere cristalografic, două serii izomorfe:

CARBONAŢI ROMBOEDRICI (seria calcitului):

CALCIT — $CaCO_3$ (autigen; alogen);
DOLOMIT — $CaMg(CO_3)_2$ (autigen; alogen);
Magnezit — $MgCO_3$;
Rodocrozit — $MnCO_3$;
SIDERIT — $FeCO_3$ (autigen; alogen);
ANKERIT — $Ca(Mg, Fe)(CO_3)_2$ (autigen).

CARBONAŢI ROMBICI (seria aragonitului):

ARAGONIT — $CaCO_3$ (autigen);
Witherit — $BaCO_3$;
Stronţianit — $SrCO_3$;
Cerusit — $PbCO_3$.

### 1.2.1. CALCIT

#### Caractere în rocile sedimentare

Principalul produs de precipitare în rocile carbonatice. Se prezintă în forme variate.

A u t i g e n. Agregate cristaline cu dimensiuni variabile. Granulele mai mici de 4 μ alcătuiesc agregate micritice opace, iar cele cu dimensiuni mai mari de 4 μ formează agregate sparitice transparente.

Agregatele microgranulare (micritice) caracterizează rocile carbonatice de precipitaţie sau părţile scheletice de organisme; apar, de asemenea, alături de materialul argilos, în matricea diverselor roci detritice sau a calcarelor alohtone.

Agregatele granulare normale, cu aspect mozaicat, au indivizii de calcit lipsiţi de forme cristalografice. Mai rar se prezintă în cristale idiomorfe. De asemenea, apare în oolite şi sferolite vechi sau ca produs de substituţie a unor schelete de organisme silicioase (spiculi de spongieri, testuri de radiolari). A l o g e n. Granule lipsite de conture cristalografice, de obicei rotunjite.

**Ocurenţă**

În toate rocile carbonatice, în marne şi ca ciment în unele gresii şi conglomerate. Intră în alcătuirea părţii minerale a unor organisme: alge, foraminifere, spongieri, celenterate, briozoare, anelizi, moluşte, artropode, echinoderme. Rar în nisipuri aluvionare şi în dune.

**Sursă**

Provine prin precipitare din soluţii bogate în $Ca(HCO_3)_2$. De asemenea, din formaţiuni carbonatice sau din fragmente scheletice de organisme.

**Semnificaţii genetice**

Poate da indicaţii privind vîrsta relativă a depozitelor (constituent predominant al formaţiunilor antemezozoice). Atrage atenţia asupra posibilităţii existenţei unor surse organogene.

**Diagnostic**

T r ă s ă t u r i  d i s t i n c t i v e (v. tabelul 3):

*Macroscopic:* clivajul, duritatea.

*N*||: lipsa conturelor în microagregate; pleocroismul de absorbţie.

*N*+: maclele polisintetice; culoarea de birefringenţă de ordinul IV (alb de ordin superior).

C o n f u z i i  p o s i b i l e:

*Dolomit:* idiomorf, feţe curbe, reacţii cromatice.

*Aragonit:* prin imersie în bromonaftalen ($n$=1,658), relieful se menţine pozitiv pentru ambele direcţii ($\omega$, $\varepsilon$).

*Alţi carbonaţi:* v. tab. 3.

M e t o d e  s p e c i f i c e:

*Reacţii cromatice:* 1, 2, 3, 7 (v. pag. 32 şi tab. 4 şi 5).

*Reacţii în acizi:* efervescenţă la rece cu HCl.

*ATD:* începe să se descompună la 675°C, iar la 950°C descompunerea este terminată; pentru cristalele pure efectul ter-

mic maxim este de 930—940°C. Prin măsurarea pierderii de masă pe curbele GT se pot face determinări cantitative (fig. 1.7).

*RX:* distanţe reticulare ($d_Å$), intensităţi (*I*), indici (*hkl*), (Carver, 1971): 3,86—12—102; 3,04—100—104; 2,50—14—110; 2,29—18—113; 2,10—18—202; 1,927—5—204; 1,913—17—108; 1,875—17—116; 1,604—8—212; 1,525—5—214.

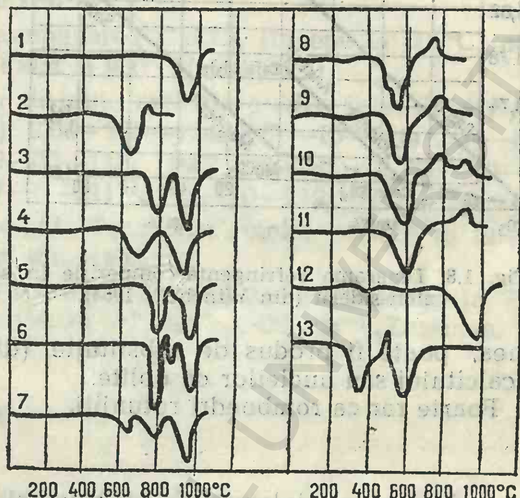



Fig. 1.7. Curbele termice ale diverşilor carbonaţi:

*1* — calcit; *2* — magnezit; *3* — dolomit; *4* — dolomit+NaCl 1%; *5* — dolomit ankeritizat; *6* — ankerit; *7* — dolomit cu magnezit; *8, 9* — siderit cristalin; *10* — brannerit; *11* — rodocrozit; *12* — aragonit; *13* — hidromagnezit (din Strahov, 1957)

Observaţii: substituţia Ca cu Mg determină o reducere a parametrilor celulari; metoda poate folosi la determinarea proporţiei de calcit într-un amestec, prin compararea intensităţii reflecţiilor (Zussman, 1967).

*IR:* benzi de absorbţie caracteristice la 712 $cm^{-1}$, 873 $cm^{-1}$, 1 435 $cm^{-1}$ (Zussman, 1967).

## 1.2.2. DOLOMIT

### Caractere în rocile sedimentare

Autigen. Apare sub formă de agregate granulare în care cristalele au conture idiomorfe şi feţe curbe. Alteori, ca rombo-

edri izolaţi, cu structură zonară, determinată fie de variaţia raportului Ca : Mg, fie de impurităţi (hidroxizi de fier, minerale argiloase) (fig. 1.8).

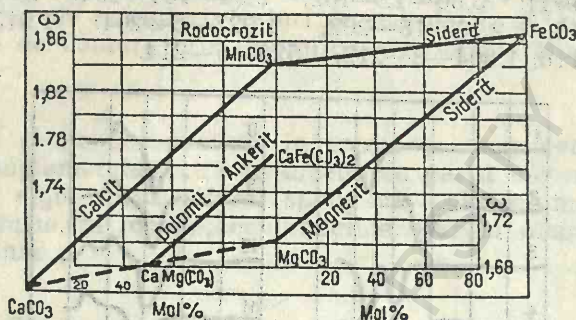



Fig. 1.8. Diagrama refringenţă/compoziţie în seria calcit-siderit (din Winchell, 1964).

De asemenea, poate fi produs de substituţie (diagenetic sau epigenetic) a calcitului sau nucleilor de oolite.

A l o g e n. Foarte rar ca romboedri rotunjiţi.

## Ocurenţă

Component principal al dolomitelor şi calcarelor dolomitice. Constituent primar în „succesiunile" evaporitice. Alogen în nisipurile de la suprafaţa rocilor dolomitice.

## Sursă

Produs de precipitare din ape saline. Din dolomite şi calcare dolomitice.

## Diagnostic

T r ă s ă t u r i   d i s t i n c t i v e (v. tabelul 3):

*Macroscopic:* greutatea specifică; se poate separa de calcit cu ajutorul bromoformului.

*N*||: habitusul romboedric, feţele curbe şi structura zonară.

*N*+: maclele rare; în cazul apariţiei lor, lamelele sînt paralele la ambele diagonale ale feţelor rombice.

C o n f u z i i   p o s i b i l e:

*Calcit:* (v. tabelul 3).

Metode specifice:

*Reacţii în acizi:* insolubil în acid acetic, slab solubil la cald în HCl.

*Reacţii cromatice:* 5,6 (v. pag. 32 şi tab. 4, 5).

*ATD:* pune în evidenţă două transformări caracteristice:

— la descompunerea $MgCO_3$ (între 600—800°C) apare un efect endotermic maxim la 735°C;

— la descompunerea $CaCO_3$ (începe la 800°C) apare un efect endotermic maxim la 930°C (v. fig. 1.8).

*RX:* distanţe reticulare *($d_A$)*, intensităţi *(I)*, indici *(hkl)*, (Carver, 1971): 2,89—100—104; 2,67—10—006; 2,54—8—105; 2,41—10—110; 2,19—30—113; 2,02—15—202; 1,786—30—116; 1,781—30—009; 1,567—8—211; 1,545—10—212; 1,431—10—119.

Observaţii: Parametri reţelei variază în funcţie de conţinutul de Mg al mineralului.

*IR:* benzi de absorbţie caracteristice la 730 $cm^{-1}$, alte valori importante: la 881 $cm^{-1}$, 1 435 $cm^{-1}$ (Zussman, 1967).

### 1.2.3. SIDERIT

#### Caractere în rocile sedimentare

Autigen. Formează mase fin granulare, compacte, dezvoltate în orizonturi continue sau mase anhedrale interstiţiale; ca ciment în diverse roci. De asemenea, agregate fibros-radiare cu forme concreţionare sferice sau sferulitice. Este întîlnit ca produs de substituţie în roci carbonatice sau pe fragmente scheletice de organisme (de obicei epigenetic).

Alogen. Granule sferice sau subangulare ale căror margini sînt paralele cu clivajul.

Transformări. Poate trece în clorite sedimentare, hematit şi limonit.

#### Ocurenţă

În calcare, argile şi şisturi argiloase sub formă concreţionară *(sferosiderite)* sau ca amestecuri intime cu calcitul; în jaspuri, sideritul este singenetic cu silicea; în complexele cărbunoase *(blackbanduri)*; în unele orizonturi de roci piroclastice.

**Sursă**

Sideritul autigen provine prin precipitare din soluţii bicarbonatate în mediu reducător sau prin carbonatarea unor minerale cu Fe. Din depozite sedimentare bogate în Fe; filoane.

**Semnificaţii genetice**

Prezenţa sideritului indică existenţa unui mediu reducător. Substituţiile sideritice dau indicaţii legate de caracterul epigenezei. Asocierea cu oxizi şi hidroxizi de Fe semnifică instalarea unor medii oxigenate.

**Diagnostic**

Trăsături distinctive (v. tabelul 3):

*Macroscopic:* culoarea brună; greutatea specifică mare.

*N*||: refringenţa ridicată a secţiunii bazale pe toate direcţiile; fenomenele de alteraţie.

*N*+: birefringenţa foarte ridicată.

Confuzii posibile: alţi carbonaţi (v. tabelul 3).

Metode specifice:

*Reacţii în acizi:* în HCl solubil la cald.

*Reacţii cromatice* (vezi pag. 32 şi tabelele 4 şi 5).

*ATD:* sideritul prezintă două transformări caracteristice (v. fig. 1.8): 1) efect endoterm cu interval de descompunere între 450—600°C şi un maxim la 580°C; 2) efect exoterm şi creştere în greutate pe intervalul 610—740°C.

*RX:* distanţe reticulare *($d_Å$)*, intensităţi *(I)* şi indici *(hkl)* (Carver, 1971): 3,59—25—102; 2,79—100—104; 2,34—15—110; 2,13—20—113; 1,962—15—201; 1,794—10—204; 1,736—20—108; 1,730—20—116; 1,504—10—212.

*IR:* benzi de absorbţie caracteristice la 737 $cm^{-1}$, 866 $cm^{-1}$, 1 422 $cm^{-1}$ (Zussman, 1967).

## 1.2.4. ANKERIT

**Caractere în rocile sedimentare**

Autigen. Granule de culoare brună, lipsite de contur cristalografic, ce apar izolate în sedimente argiloase şi carbonatice. De asemenea, intim asociat cu siderit sub formă de mase compacte. Se întîlneşte în cimentul unor roci detritice (graywacke) substituind calcitul.

**Ocurență**

Apare în minereuri sedimentare de Fe; în șisturi negre și roci jaspoide; în complexe cărbunoase.

**Sursă**

Constituent primar și secundar al rocilor sedimentare, depus din soluții bicarbonatate în mediu reducător.

**Diagnostic**

T r ă s ă t u r i   d i s t i n c t i v e (v. tabelul 3):

*N*||: clivajul romboedric perfect.

*N*+: birefringența ridicată; prin încălzire și oxidare poate deveni magnetic.

C o n f u z i i   p o s i b i l e:

*Dolomit, siderit* (v. tabelul 3).

M e t o d e   s p e c i f i c e:

*Reacții cromatice* (v. pag. 32 și tabelele 4, 5).

*ATD:* trei efecte endoterme pe intervalul 700—950°C, cu maxime la 755°, 825°, 930°C (v. fig. 1.8).

O b s e r v a ț i i: cînd se găsește în amestec cu siderit, valorile termice ridicate permit deosebirea de acesta.

*IR:* benzi de absorbție caracteristice la 726 $cm^{-1}$ și la 877 $cm^{-1}$, 1 450 $cm^{-1}$ (Zussman, 1967).

## 1.2.5. ARAGONIT

**Caractere în rocile sedimentare**

Se prezintă într-o mare varietate de forme.

A u t i g e n. Apare sub formă de mase reniforme sau globulare cu structură concentrică zonară, ca oolite și pisolite cu structură fibros-radiară (varietatea bogată în Sr se numește *ctypeit*); în agregate columnare și cristale aciculare; cruste și formațiuni stalactitice, stalagmitice și helictite; formează stratul sidefos al moluștelor *(conchit)*, phragmoconul și proostracumul de la belemniți și de asemenea partea scheletică a multor grupe de organisme (alge, protozoare, celenterate, briozoare, anelizi, artropode, hemicordate și cordate).

A l o g e n este extrem de rar și apare în fragmente neregulate.

## Ocurență

Mineralul este metastabil (aragonit $\xrightarrow{\text{timp, T°C}}$ calcit) și de aceea este mai puțin răspîndit decît calcitul. Se găsește în depozite recente apropiate de suprafață, sub formă de cristale diseminate (în gipsuri sau argile) sau ca oolite actuale pe fundul oceanelor.

## Sursă

Provine prin precipitare din ape bicarbonatate reci, care spală roci carbonatice. De asemenea, prin spargerea scheletelor și valvelor fosile sau a formațiunilor de peșteră.

## Semnificații genetice

Se pot face aprecieri în legătură cu vîrsta depozitelor.

## Diagnostic

T r ă s ă t u r i  d i s t i n c t i v e (v. tabelul 3):

*Macroscopic:* greutatea specifică mai mare decît a calcitului (se scufundă în bromoform, pe cînd calcitul flotează); habitusul prismatic, radiar; lipsa clivajului după fețe de romboedru.

*LC:* biax.

C o n f u z i i  p o s i b i l e:

*Calcit:* uniax negativ.

M e t o d e  s p e c i f i c e:

*Reacții în acizi:* solubil în HCl la cald.

*Reacții cromatice* (v. pag. 32 și tabelele 4, 5).

*ATD:* efectul endotermic în domeniul de temperatură 400—500°C (maxim la 450°C) corespunde trecerii de la aragonit la calcit (v. fig. 1.8).

*RX:* distanțe reticulare *($d_A$)*, intensități *(I)* și indici *(hkl)* (Carver, 1971): 3,40—100—111; 3,27—52—021; 2,70—46—012; 2,48—33—200; 2,37—38—112; 2,34—31—130; 2,11—23—220; 1,977—65—221; 1,882—32—041; 1,877—25—202; 1,814—23—132.

O b s e r v a ț i i: metoda poate folosi la determinarea proporției de aragonit într-un amestec de aragonit și calcit (Zussman, 1967).

*IR:* benzi de absorbție caracteristice la 860 $cm^{-1}$; prin benzile de la 712 $cm^{-1}$ și 1 450 $cm^{-1}$ se poate confunda cu calcitul și, respectiv, magnezitul (Zussman, 1967).

Tabelul 3

**Proprietățile mineralelor din grupa carbonaților**

| Mineralul | Calcit | Dolomit | Siderit | Ankerit | Aragonit |
|---|---|---|---|---|---|
| Formula<br>Sistemul | $CaCO_3$<br>Romboedric | $CaMg(CO_3)_2$<br>Romboedric | $FeCO_3$<br>Romboedric | $CaFe(CO_3)_2$<br>Romboedric | $CaCO_3$<br>Rombic |
| Forme de agregare | agregate xenomorfe concreționare (oolite) | agregate micro și macrogranulare | mase anhedrale oolite | agregate micro și macrogranulare | agregate columnare cruste, pisolite fibros radiar |
| Habitus | romboedric, scalenoedric, scurt prismatic | romboedric cu fețe curbe | romboedric | romboedric cu fețe curbe | scurt prismatic pînă la acicular |
| Gr. sp. | 2,72 | 2,85 | 3,96 | 2,96 | 2,95 |
| Durit. | 3 | 3,5—4 | 3,5—4 | 3—4 | 3,5—4 |
| Clivaj | perfect $(10\bar{1}1)$ | perfect $(10\bar{1}1)$ | perfect $(10\bar{1}1)$ | perfect $(10\bar{1}1)$ | (010) și (110) imperfect |
| Culoare | incolor pleocroism de absorbție | incolor | incolor la brun | incolor la brun | incolor |
| $\omega$ $\gamma$ | 1,658—1,740 | 1,681—1,716 | 1,782—1,875 | 1,765 | 1,685—1,686 |
| $\beta$ | | | | | 1,680—1,682 |
| $\varepsilon$ $\alpha$ | 1,486—1,550 | 1,500—1,520 | 1,575—1,633 | 1,555 | 1,530—1,531 |
| $\delta$ | 0,172—0,190 | 0,181—0,196 | 0,207—0,242 | 0,210 | 0,155 |
| Extincție | | | | | 0° |
| U± | U— | U— | U— | U— | U— |
| 2V | | | | | $2V_\alpha=18°$<br>P.A.O. ‖ (100) |
| Reacții specifice | efervescență la rece cu HCl | solubil în HCl numai la cald | efervescență la cald cu HCl | | |
| ATD | efect end. 930, 940°C | efect end. 735°C 930°C | efect end. 580°C | efect end. 755°, 825°, 930°C | efect end. 450°C |
| RX | 3,04 Å—100 | 2,89 Å—100 | 2,79 Å—100 | | 3,40 Å—100 |
| IR | 712 $cm^{-1}$ | 730 $cm^{-1}$ | 737 $cm^{-1}$ | 726 $cm^{-1}$ | 860 $cm^{-1}$ |

## Reacţii cromatice pentru identificarea carbonaţilor

Reacţiile cromatice reprezintă teste caracteristice şi obligatorii pentru separarea diferiţilor carbonaţi între ei; ele servesc la identificarea mineralelor în cadrul seriilor izomorfe şi determinarea procentelor de Fe din carbonaţi. Se efectuează pe secţiuni subţiri, pe eşantioane în spărtură proaspătă şi pe suprafeţe lustruite, urmărindu-se culoarea căpătată de carbonat după imersie în reactiv.

Reactiv:

1. $FeCl_3$
   $(NH_4)_2S$

Prepararea soluţiei şi tratarea probelor: O soluţie 2,5% de $FeCl_3$ (2,5 g $FeCl_3$ în 97,5 ml apă) se aplică pe eşantion (secţiune). La 1 minut după atac, eşantionul (suprafaţa secţiunii) se poate spăla cu apă distilată şi trata apoi cu soluţie de $(NH_4)_2S$ (Friedman, 1959).

**Rezultate:**

| | | |
|---|---|---|
| Calcitul | — | negru-brun |
| Aragonitul | — | negru-brun |
| Dolomitul | — | verde-pal-incolor |
| Ankeritul | — | verde pal |
| Sideritul | — | incolor |

Observaţii: dolomitul nu poate fi distins de calcit dacă granulaţia este foarte fină. Cînd granulaţia dolomitului $<0,01$ mm, cristalele devin aproape negre.

În prezenţa materialului limonitic absorbţia este împiedicată.

2. $Al_2Cl_6$
   hematoxilin
   $H_2O_2$

— Se prepară o soluţie din 0,24 g hematoxilin, 1,6 g $Al_2Cl_6$ şi 24 ml apă, care se fierbe şi se lasă la răcit. Se adaugă apoi o cantitate mică de $H_2O_2$ pentru oxidarea hematoxilinei la hematein. Carbonatul este imers în soluţie (Fairbanks, 1925).

**Rezultate:**

| | | |
|---|---|---|
| Calcitul | — | violet-purpuriu |
| Aragonitul | — | violet-purpuriu |
| Dolomitul | — | incolor |
| Ankeritul | — | incolor |
| Sideritul | — | incolor |

Observații: soluția este instabilă; nu se folosește pentru granule foarte mici.


3. $AgNO_3$
$K_2CrO_4$

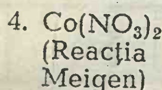
— Pe suprafața unei plăcuțe de eșantion se pun cîteva picături de $AgNO_3$ 10%, după care se încălzește la 60—70°C menținîndu-se la această temperatură 2—5 minute. Se spală cu grijă și se tratează cîteva secunde cu $K_2CrO_4$. Se spală din nou și se lasă la uscat (Lemberg, 1892, Friedman, 1959).

**Rezultate:**

| | | |
|---|---|---|
| Calcitul | — | roșu-orange; roșu-brun |
| Aragonitul | — | roșu pătat, neafectat |
| Dolomitul | — | aproape incolor |
| Ankeritul | — | aproape incolor |
| Sideritul | — | incolor |

Observații: dacă soluția de $AgNO_3$ este prea puternică, reacția aragonit-soluție este prea viguroasă și culoarea nu aderă la suprafața mineralului (aparent neafectat).

Granulele <0,01 mm de dolomit pot deveni brune.

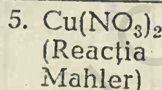

4. $Co(NO_3)_2$
(Reacția Meigen)

— O cantitate de 0,2 g probă se fierbe în 2 $cm^3$ soluție 0,1 N de $Co(NO_3)_2$. Se filtrează și se urmărește culoarea probei (Friedman, 1959).

**Rezultate:**

| | | |
|---|---|---|
| Calcitul | — | slab atacat-roz |
| Aragonitul | — | violet închis |
| Dolomitul | — | neatacat |
| Ankeritul | — | neatacat |
| Sideritul | — | neatacat |

Observații. Calcitul larg cristalizat rămîne neafectat. Calcitul microcristalin devine roz. Fiert mai mult de 10 minute, calcitul devine bleu.


5. $Cu(NO_3)_2$
(Reacția Mahler)

— Pudra de carbonat se fierbe 2—3 minute într-o soluție de 5% $Cu(NO_3)_2$. După fierbere se filtrează, iar proba se spală în apă (Strahov, 1957).

**Rezultate:**

| | | |
|---|---|---|
| Calcitul | — | verde intens |
| Aragonitul | — | verde intens |
| Dolomitul | — | neatacat-verde pal |
| Ankeritul | — | verde pal |
| Sideritul | — | neatacat |

*Tabelul 4*

**Reacțiile cromatice ale carbonaților**

| Nr. crt. | Reactivi folosiți | Culoarea carbonaților după reacție | | | | | Reacție tipică pentru: |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Calcit | Aragonit | Dolomit | Ankerit | Siderit | |
| 1 | $FeCl_3(NH_4)_2S$ | negru-brun | negru-brun | verde pal | verde pal | incolor | calcit, aragonit |
| 2 | $Al_2Cl_6$ hematoxilin $H_2O_2$ | violet-purpuriu | violet-purpuriu | incolor | incolor | incolor | calcit, aragonit |
| 3 | $AgNO_3$ $K_2CrO_4$ | roșu-orange roșu brun | roșu (pătat) | aproape incolor | aproape incolor | incolor | calcit, aragonit |
| 4 | $Co(NO_3)_2$ (R. Meigen) | slab atacat roz | violet închis | neatacat | neatacat | neatacat | aragonit |
| 5 | $Cu(NO_3)_2$ (R. Mahler) | verde | verde | verde pal neatacat | verde pal | neatacat | dolomit |
| 6 | Galben de titan 30 % NaOH | neatacat | neatacat | roșu-orange | — | — | dolomit |
| 7 | Acid rhodizonic | neatacat | — | — | — | — | witherit (roșu-orange) |

Observaţii: culoarea se fixează prin introducere în amoniac. Granulele largi de dolomit rămîn neatacate.

| 6. Galben de titan 30% NaOH |
|---|

— Proba de carbonat se fierbe într-o soluţie de galben de titan şi 30% NaOH (Friedman, 1959).

**Rezultate:** Calcitul — neatacat
Aragonitul — neatacat
Mg-calcit — orange-roşu
Dolomitul — roşu-orange

| 7. Acid rhodizonic |
|---|

— Se spală proba în HCl diluat apoi de cîteva ori în apă distilată şi se introduce pentru 5 minute într-o soluţie de 2 g rhodizonat de Na la 100 ml apă distilată(Warne, 1962).

**Rezultate:** Calcitul — neatacat
Witheritul— roşu-orange

Observaţie: reacţia poate folosi pentru indicarea Sr.

*Tabelul 5*

**Reacţii cromatice pentru identificarea Fe din carbonaţi**

| Reactivi | Calcit | Calcit ($+Fe^{2+}$) | Dolomit | Ankerit |
|---|---|---|---|---|
| HCl 0,2%* S-alizarină roşie 0,2% | roşu | roşu | neatacat | neatacat |
| HCl 0,2% $K_3Fe(CN)_6$ 0,5–1% | neatacat | albastru închis | neatacat | albastru |
| HCl 0,2% S-alizarină roşie 0,2% $K_3Fe(CN)_6$ 0,5–1% | roşu | purpuriu | neatacat | albastru închis |

* Compoziţia reactivilor este dată în procente greutate (Evamy, 1963)

## 1.3. SULFAŢI

Cuprind, aproape în exclusivitate, minerale formate prin procese de precipitare în mediu continental sau lagunar.

SULFAŢI ANHIDRI:

ANHIDRIT — $CaSO_4$ (autigen);
BARITINĂ — $BaSO_4$ (autigen; alogen);

CELESTINĂ — $SrSO_4$(autigen; alogen);
Anglezit — $PbSO_4$ (autigen);
Thenardit — $Na_2SO_4$ (autigen);
Glaserit — $(K, Na)_2SO_4$ (autigen).

SULFAŢI HIDRATAŢI

GIPS — $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (autigen);
KIESERIT — $MgSO_4 \cdot H_2O$ (autigen);
KAINIT — $MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$ (autigen);
POLIHALIT — $2CaSO_4 \cdot MgSO_4 \cdot K_2SO_4 \cdot 2H_2O$ (autigen);
Mirabilit — $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ (autigen);
Epsomit — $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (autigen);
Alauni — $(Na, K, NH_4) Al (SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ (autigen).

## 1.3.1. ANHIDRIT

### Caractere în rocile sedimentare

A u t i g e n. Apare sub formă de agregate microgranulare lipsite de luciu sau cristale izolate foarte variate ca formă; cristalele idiomorfe îmbracă adesea un habitus cubic determinat de clivajul rectangular. Uneori cristalele izolate pot prezenta incluziuni ce

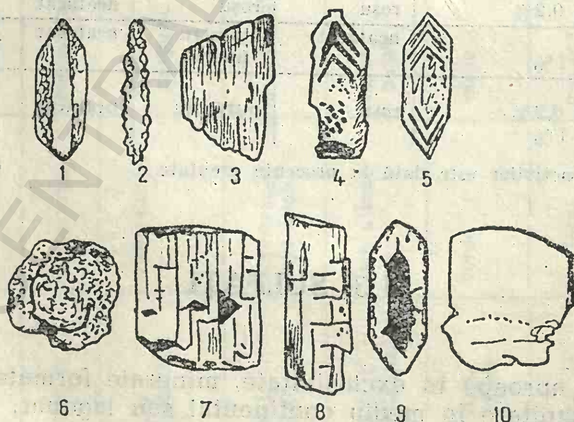



Fig. 1.9. Granule detritice de anhidrit:
*1* — idiomorf; *2* — tip „dentícular"; *3* — tip fibros; *4*, *5* — tip zonat; *6* — tip colitic; *7* — tip pseudocubic; *8* — tip „disten"; *9* — cu centru opac; *10* — tip „sticlos" (din *Cayeux, 1931*)

determină ocazional structuri zonare. În depunerile diagenetice se poate prezenta în fibre paralele și radiare, uneori curbate; rar în forme concreționare *(tripestone)*.

A l o g e n. Rar, dar într-o varietate mare de forme (fig. 1.9).

T r a n s f o r m ă r i. Poate trece prin hidratare în gips; creșterea volumului prin hidratare poate provoca deformări mecanice la mineralele din jur.

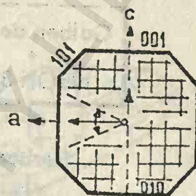


Fig. 1.10. Orientarea optică la anhidrit.

**Ocurență**

Se întîlnește în depozite saline alături de gips, halit, silvină, carnalit, polihalit etc. În ciuda condițiilor diferite de formare, apare intim asociat cu gips. Cristalele izolate, determinînd structuri cu aspect porfiric, apar în argile, calcare și dolomite (formează reziduu insolubil). De asemenea poate forma cimentul unor gresii.

**Sursă**

Se formează prin precipitare din soluții.

**Semnificații genetice**

În mediu lagunar se separă după gips începînd de la 34°C, iar peste 42°C se depune întotdeauna singur. Se poate forma prin deshidratarea gipsului (mai ales anhidritul vechi, situat la adîncimi mari). Formele fibroase sugerează depuneri diagenetice.

**Diagnostic**

T r ă s ă t u r i  d i s t i n c t i v e (v. tabelul 6):

*Macroscopic:* greutatea specifică; clivajul pseudocubic.

*N*||: refringența ridicată în raport cu aceea a mineralelor cu care apare în parageneză.

*N*+: birefringența mare (culori vii, de ord. II—III).

C o n f u z i i  p o s i b i l e:

*Baritină:* refringență mare, dar birefringență scăzută (ord. I); de obicei depusă din soluții hidrotermale.

*Carbonați:* fac efervescență cu HCl.

*Disten:* în șisturi cristaline; detritic; birefringență scăzută.

*Topaz:* în aluviuni.

*Enstatit:* în roci magmatice bazice și ultrabazice.

M e t o d e   s p e c i f i c e :

*Reacții cromatice:* la tratarea unui amestec de carbonați și anhidrit cu galben de titan în prezența NaOH 30%, acesta se comportă ca un reziduu insolubil (fig. 1.11).

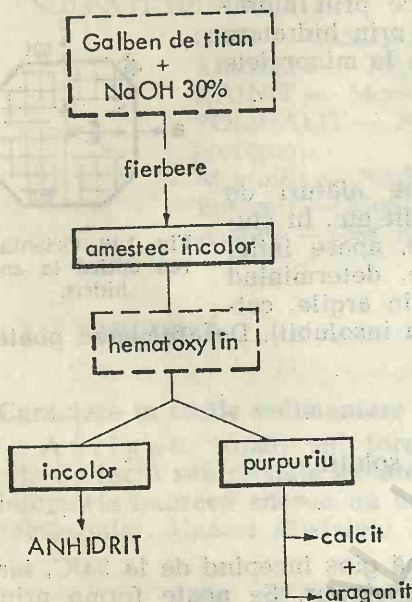



Fig. 1.11. Schema reacției cromatice la anhidrit

*ATD:* nu se determină prin metode termice, anhidritul nesuferind transformări pînă la 1 200°C; metoda se folosește numai pentru determinarea unor impurități.

*RX:* distanțe reticulare ($d_A$), intensități ($I$), indici ($hkl$), (Carver, 1971): 3,50—100— $t$ $\left\{\begin{smallmatrix}020\\002\end{smallmatrix}\right.$; 2,85—33—210; 1,869—15—230; 2,33—22—$\left\{\begin{smallmatrix}201\\220\end{smallmatrix}\right.$ 2,21—20—212; 1,749—11—004; 1,748—10—040; 1,648—14—232; 1,594—33—133.

*I.R.:* benzi de absorbție caracteristice la 1 153 $cm^{-1}$, 1 119 $cm^{-1}$, 675 $cm^{-1}$, 616 $cm^{-1}$, 597 $cm^{-1}$ (Zussman, 1967).

## 1.3.2. BARITINĂ

### Caractere în rocile sedimentare

A u t i g e n. Formează agregate granulare anhedrale cu luciu mat, „pătat". Cristale diseminate, tabular-rombice, cu incluziuni de minerale argiloase și carbonați. Concrețiuni oolitice și pisolitice cu structură fibroradiară. Uneori are caracter interstițial (ciment) sau formează pseudomorfoze după resturi scheletice.

A l o g e n. Apare într-o varietate mare de forme, de obicei fragmente neregulate, angulare, cu spărturi după clivaj (fig. 1.12).

T r a n s f o r m ă r i. În anumite condiții poate trece în witherit ($BaCO_3$).

**Ocurenţă**

Se întîlneşte în rocile carbonatice sau formează cimentul unor gresii. Apare ca concreţiuni în argile şi siltite.

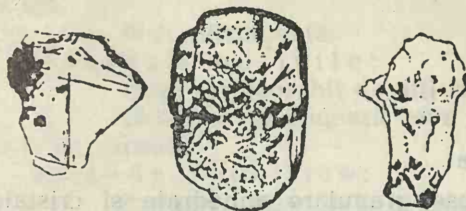


Fig. 1.12. Granule detritice de baritină (din Milner, 1962)

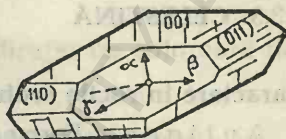



Fig. 1.13. Orientarea optică la baritină

Alogen se găseşte în fracţiunea grea a depozitelor nisipoase sau argiloase din zona litorală şi neritică.

**Sursă**

Se depune din unele izvoare. Ca fragmente detritice provine din ganga unor filoane metalifere sau din roci sedimentare remaniate.

**Semnificaţii genetice**

Prezenţa sa autigenă indică îmbogăţirea în Ba a soluţiilor care controlează singeneza şi diageneza sedimentelor.

**Diagnostic**

T r ă s ă t u r i  d i s t i n c t i v e (v. tabelul 6 şi fig. 1.13):

*Macroscopic:* greutatea specifică, forma, luciul sticlos.

*N*||: refringenţă ridicată şi clivajul pe două direcţii.

*N*+: birefringenţa scăzută (cenuşiu-galben, ord. I).

C o n f u z i i  p o s i b i l e:

*Celestină:* N mai mic şi 2V mai mare; în flacără, se colorează în roşu carmin caracteristic pentru Sr; se poate confunda uşor cu baritina.

*Anhidrit:* culori vii de birefringenţă.

M e t o d e  s p e c i f i c e:

*Reacţii în acizi:* insolubil în acizi.

*ATD:* mare stabilitate termică; nu se pretează la studiu prin această metodă.

*RX:* distanţe reticulare ($d_{Å}$), intensităţi (*I*), indici (*hkl*) (Miheev, 1957): 3,456—6—102; 3,330—5—021; 3,058—7—112;

2,843—5—121; 2,725—5—200; 2,202—5—212; 2,106—10—131; 1,526—6—322; 1,420—5—035; 1,259—6—235; 1,093—6—263.

*IR:* benzi de absorbție caracteristice la 985 $cm^{-1}$, 1 083, 1 120, 1 179 $cm^{-1}$ (Zussman, 1967).

### 1.3.3. CELESTINĂ

#### Caractere în rocile sedimentare

A u t i g e n. Formează mase granulare anhedrale și cristale lenticulare rotunjite cu impurități de argilă sau calcit; sub formă de vinișoare sau nodule din fibre paralele sau radiare; în cruste; se poate întîlni și ca ciment sau material de umplutură în golurile rocilor.

A l o g e n. Mai rar în fracțiunea grea, cu forme foarte curioase (forma interstițiilor din care provine după dezagregarea rocilor în care a jucat rol de ciment).

T r a n s f o r m ă r i. Poate forma pseudomorfoze după gips și resturi fosile (amoniți). Alteori poate fi substituit de calcit, cuarț, baritină.

#### Ocurență

Apare aproape invariabil autigen, în depozitele stratificate evaporitice, alături de gips, săruri de potasiu, halit, borați; în calcare, dolomite și marne (diseminat), asociat cu stronțianit, gips, calcit, dolomit; ca ciment al unor gresii și în scheletul unor radiolari (g. *Podactinelus*).

#### Sursă

Diagenetic (la transformarea anhidritului în gips și a aragonitului în calcit se eliberează Sr și se poate forma celestină). Singenetic, ca produs de reacție a sărurilor de Sr din ape meteorice cu acizi sau sulfați din soluții hipergene. Granulele detritice pot proveni din diverse roci sedimentare (v. ocurența celestinei) sau din ganga unor filoane metalifere.

#### Semnificații genetice

Poate indica unele procese diagenetice sau singenetice (v. sursa celestinei).

**Diagnostic**

T r ă s ă t u r i  d i s t i n c t i v e (v. tabelul 6):

*Macroscopic:* culoarea albastru-deschis; greutatea specifică.

*N*||: refringență.

C o n f u z i i  p o s i b i l e:

Greu de deosebit de alți sulfați.

*Baritină:* refringență ceva mai ridicată; nu colorează flacăra în carmin.

M e t o d e  s p e c i f i c e:

*Culoarea flăcării:* roșu carmin, caracteristic pentru Sr.

*Analiza spectrală:* pentru identificarea Sr.

*ATD:* stabilitate termică mare; nu se pretează la studiul prin această metodă.

*RX:* distanțe reticulare ($d_Å$), intensități (*I*), indici (*hkl*) (Miheev, 1957): 3,298—7—102; 2,963—7—112; 2,734—6—121; 2,042—10—131/221; 1,999—10—014/032; 1,942—5—104; 1,765—7—033; 1,595—8—312; 1,472—8—322.

*IR:* nu este specific.

## 1.3.4. GIPS

Este cel mai comun dintre sulfați și cel mai frecvent în rocile sedimentare. Varietăți: *selenit* (var. cristalizată); *gips fibros*; *alabastru* (var. masivă).

**Caractere în rocile sedimentare**

A u t i g e n. Apare sub formă de agregate masive granulare sau pulverulente, cu numeroase impurități. Uneori, cristale izolate tabulare sau prismatice cu incluziuni de minerale argiloase, calcit sau oxizi de Fe, dispuse simetric. Mai puțin frecvent, ca agregate concreționare cu structură fibros-radiară. Poate forma de asemenea eflorescențe și cruste. Gipsul secundar este întîlnit pe diaclaze sau ca ciment al unor roci detritice.

A l o g e n. Apare rar sub formă de cristale limitate de fețe de clivaj, fibre neregulate sau sferulite provenite din dezagregarea unor roci cu sulfați (fig. 1.14).

T r a n s f o r m ă r i. Poate forma pseudomorfoze după calcit, anhidrit, halit și resturi fosile sau poate fi substituit de calcedonie, opal, cuarț, calcit, aragonit, celestină și anhidrit.

**Ocurență**

Cel mai adesea se găsește în depozite evaporitice asociate cu calcare, argile roșii, gresii. Cristalele diseminate se întîlnesc în argile și marne, iar crustele și eflorescențele la suprafața solurilor. Poate apare ca helictite pe pereții unor peșteri.



Fig. 1.14. Granule detritice de gips (din Milner, 1962)

**Sursă**

Provine din apele de circulație, în care este foarte solubil. Depus în mediu lagunar (bazine închise) prin precipitare (ca prim mineral în seria evaporitică).

Alogen, din roci sedimentare cu sulfați, din depuneri solfatariene sau din ganga unor mineralizații.

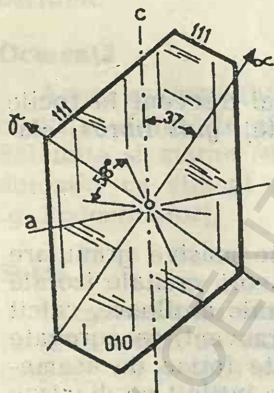



Fig. 1.15. Orientarea optică la gips

**Semnificații genetice**

În seria evaporitică este urmat de anhidrit, halit, polihalit, kieserit și carnalit. Se depune sub temperatura de 42°C.

În anumite condiții poate indica procese de hidratare.

**Diagnostic**

T r ă s ă t u r i   d i s t i n c t i v e (v. tabelul 7) (fig. 1.15):

*Macroscopic:* forma cristalelor și prezența maclelor („coadă de rîndunică" și „creastă de cocoș"); duritatea mică (se zgîrie cu unghia); prezența unor striuri diagonale pe suprafața cristalelor.

*N*||: relieful negativ.

*N*+: birefringență scăzută (cenușiu, ord. I).

C o n f u z i i   p o s i b i l e :

*Anhidrit:* duritate mai mare și clivaj pseudocubic; refringență și birefringență mai ridicate.

Metode specifice:

*Reacţii în acizi:* insolubil în HCl.

*Reacţii cromatice:* eşantionul se introduce într-o soluţie de 0,2 g S-alizarină roşie+25 ml metanol+50 ml NaOH 5% şi devine cenuşiu închis. După o retratare cu alizarină roşie, gipsul devine purpuriu (fig. 1.16). Dacă soluţia este caldă, creşte intensitatea culorii.

*ATD:* prin încălzire, gipsul elimină apa în două etape, marcate de două efecte endotermice la 180° şi 220°C. După pierderea apei, apare un slab efect exotermic la 440°C, datorat transformării polimorfe; peste această temperatură orice alt efect înregistrat este dat de prezenţa impurităţilor (fig. 1.17).

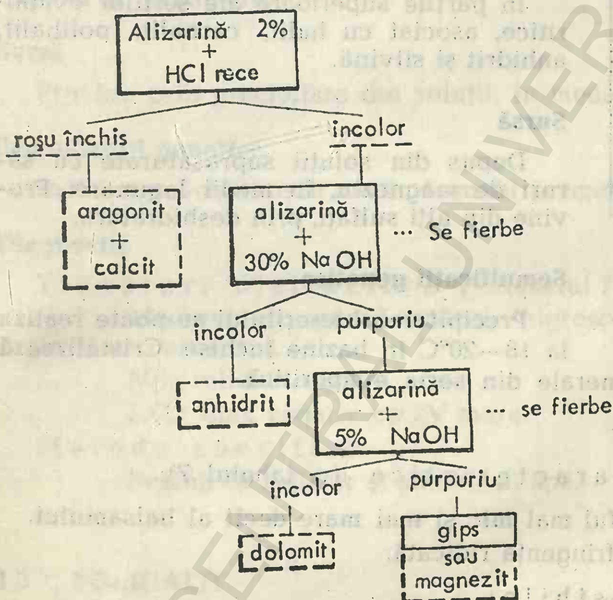



Fig. 1.16. Schema reacţiei cromatice pentru gips în amestec cu anhidrit şi carbonaţi

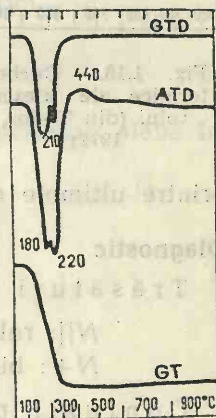



Fig. 1.17. Curbele termice ale gipsului (din Todor, 1972)

*RX:* distanţe reticulare ($d_A$), intensităţi ($I$), indici ($hkl$) (Carver, 1971): 7,56—100—020; 4,27—51—121; 3,79—21—$\left\{\begin{smallmatrix}031\\040\end{smallmatrix}\right.$ 3,06—57—14$\bar{1}$; 2,87—27—002; 2,68—28—$\left\{\begin{smallmatrix}022\\051\end{smallmatrix}\right.$; 1,898—16—$\left\{\begin{smallmatrix}080\\062\end{smallmatrix}\right.$.

*IR:* benzi de absorbţie caracteristice la 600, 670, 1 004, 1 114 şi 1 142 cm$^{-1}$ (Zussman, 1967).

## 1.3.5. KIESERIT

### Caractere în rocile sedimentare

A u t i g e n. De obicei formează mase microgranulare sau larg cristalizate. Rar, cristale izolate sau concreşteri.

T r a n s f o r m ă r i. Poate forma pseudomorfoze după silvină. În aer se hidratează şi trece în epsomit (cruste).

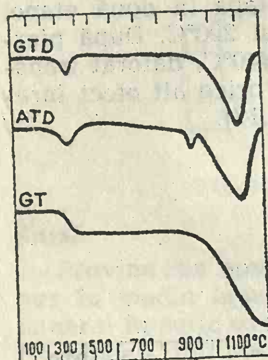



Fig. 1.18. Curbele termice ale kieseritului (din Todor, 1972)

### Ocurenţă

În părţile superioare ale seriilor evaporitice, asociat cu halit, carnalit, polihalit, anhidrit şi silvină.

### Sursă

Depus din soluţii suprasaturate cu săruri de magneziu, în medii lagunare. Provine din alţi sulfaţi, prin deshidratare.

### Semnificaţii genetice

Precipitarea kieseritului se poate realiza la 18—20°C în bazine închise. Cristalizează printre ultimele minerale din seria evaporitică.

### Diagnostic

T r ă s ă t u r i   c a r a c t e r i s t i c e (v. tabelul 7):

*N*||: relieful mai mic şi mai mare decît al balsamului.
*N*+: birefringenţă ridicată.

C o n f u z i i   p o s i b i l e:

*Epsomit* şi *kainit* (vezi chimism şi constante optice).

M e t o d e   s p e c i f i c e:

*ATD:* pierderea apei are loc în intervalul 300—400°C (fig. 1.18); metodele termice se pretează pentru determinări cantitative ale amestecurilor de săruri de Mg.

*RX:* distanţe reticulare ($d_A$), intensităţi (*I*) (Miheev, 1957): 4,82—4; 3,38—10; 2,55—7; 2,05—4; 1,67—4; 1,28—4.

## 1.3.6. KAINIT

### Caractere în rocile sedimentare

Autigen. Formează mase granulare interstratificate; cristale xenomorfe.

Transformări. În prezenţa apei se poate descompune în epsomit şi silvină.

### Ocurenţă

Component al depozitelor evaporitice alături de halit, kieserit, carnalit şi picromerit.

### Sursă

Provine prin precipitare din soluţii, în mediu lagunar.

### Semnificaţii genetice

Indică o precipitare în mediu lagunar (evaporitic).

### Diagnostic

Trăsături distinctive (v. tabelul 7):

*Macroscopic:* gustul amărui; higroscopicitatea slabă în contrast cu carnalitul.

*N*||: relieful negativ.

*L.C.:* biax negativ cu 2V mare.

Metode specifice:

Fuzibil la suflător şi solubil în apă.

## 1.3.7. POLIHALIT

### Caractere în rocile sedimentare

Autigen. Formează mase granulare interstratificate şi agregate fibroase, minerale cu fibrele alungite || cu axa *b*. Uneori cristale izolate cu frumoase macle polisintetice (fig. 1.19).

Transformări. Se poate prezenta în pseudomorfoze după halit, anhidrit şi silvină. Prin adiţie de apă trece în gips (stadii intermediare).

**Ocurență**

Se găsește în depozite evaporitice, de obicei între nivelele cu anhidrit și cele cu kieserit (fig. 1.20). Se întîlnește și în parageneze cu anhidrit, halit, magnezit și kieserit.

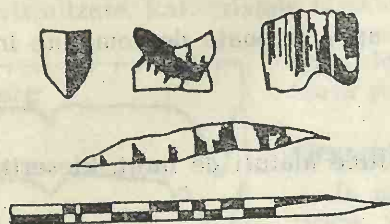


Fig. 1.19. Forme de cristale la polihalit

**Sursă**

Produs de precipitare din soluții hipersaline bogate în Ca, K, Mg.

**Semnificații genetice**

Prezența sa indică depunerea pe un interval larg de temperatură (poate precipita între 0—80°C).

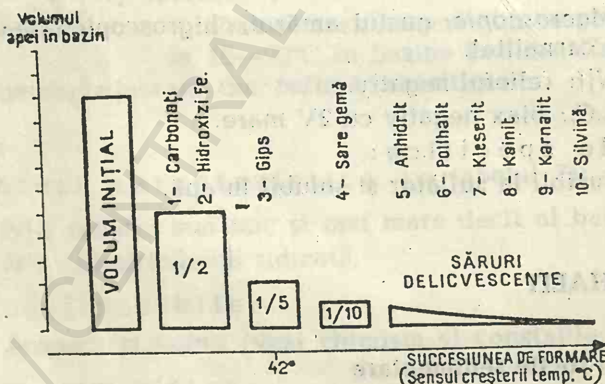



Fig. 1.20. Succesiunea de formare a mineralelor în bazinele lagunare

**Diagnostic**

T r ă s ă t u r i  d i s t i n c t i v e (v. tabelul 7):

*N*||: culoarea roz pal; relieful slab pozitiv.

*N*+: maclele polisintetice.

C o n f u z i i   p o s i b i l e :

*Gips:* relief negativ; semn optic pozitiv.

*Glauberit:* 2V mic; birefringență mai ridicată.

M e t o d e   s p e c i f i c e :

*Reacție în flacără:* prin încălzire pierde apa și dă naștere unei globule opace.

*Tabelul 6*

**Proprietățile mineralelor din grupa sulfaților anhidri**

| Mineralul | Anhidrit | Baritină | Celestină |
|---|---|---|---|
| Formula | $CaSO_4$ | $BaSO_4$ | $SrSO_4$ |
| Sistemul | Rombic | Rombic | Rombic |
| Forma de agregare | agregate microgranulare; cristale izolate; forme concreționare | agregate granulare, anhedrale; concrețiuni | agregate granulare; nodule; cristale lenticulare |
| Habitus | prismatic, tubular, fibros, granular | prismatic, tabular | tabular, prismatic |
| Gr. sp. | 2,89—2,98 | 4,5 | 3,95—3,97 |
| Durit. | 3—3,5 | 3 | 3—3,5 |
| Clivaj | (001) și (010) perf.; (100) bun | (001) și (110) perf.; (010) imperfect | (001) perf.; (110) bun; (010) imperfect |
| Culoare | incolor | incolor | incolor |
| $\gamma$ | 1,614 | 1,648 | 1,631 |
| $\beta$ | 1,575 | 1,637 | 1,624 |
| $\alpha$ | 1,570 | 1,636 | 1,622 |
| $\delta$ | 0,044 | 0,012 | 0,009 |
| Extincție | 0° | 0° | 0° |
| 2V | $2V\gamma=42°$ | $2V\gamma=37°$ | $2V\gamma=51°$ |
| Reacții specifice |  | insolubil în acizi | insolubil în HCl |
| IR | 576, 616, 675, 1 119, 1 153 $cm^{-1}$ | 985, 1 083, 1 170, 1 179 $cm^{-1}$ |  |
| RX | 3,50 Å—100 · 020 |  |  |

*Tabelul 7*

**Proprietățile mineralelor din grupa sulfaților hidratați**

| Mineralul | Gips | Kieserit | Kainit | Polihalit |
|---|---|---|---|---|
| Formula | $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ | $MgSO_4 \cdot H_2O$ | $MgSO_4KCl-3H_2O$ | $2CaSO_4 \cdot MgSO_4 \cdot K_2SO_4$ $2H_2O$ |
| Sistemul | Monoclinic | Monoclinic | Monoclinic | Triclinic |
| Forme de agregare | agr. granulare masive, cruste, eflorescențe, concreționar | mase granulare concreșteri | mase granulare, cristale izolate rare | mase granulare, agr. fibroase, sferulite |
| Habitus | tabular prismatic lenticular | bipiramidal | prismatic tabular | cristale tabulare sau prismatice |
| Gr. sp. | 2,32 | 2,57 | 2,13 | 2,78 |
| Durit. | 1,5–2 | 3,5 | 2,5–3 | 3,5 |
| Clivaj | (010) perfect (100)–(111) slab | (110) și (111) perf.; (011) slab | (001) perfect | (100) bun; (010) slab |
| Culoare | incolor | incolor | incolor | incolor roz pal |
| γ | 1,530 | 1,586 | 1,516 | 1,567 |
| β | 1,523 | 1,535 | 1,505 | 1,560 |
| α | 1,520 | 1,523 | 1,494 | 1,547 |
| δ | 0,010 | 0,063 | 0,022 | 0,020 |
| Extincție | $c:\gamma=46°$ | $c:\gamma=76°$ | $c:\alpha=8°$ | (100) $c: =28°$ |
| 2V | $2V\gamma=58°$ | $2V\gamma=57°$ | $2V_\alpha=85°$ | $2V_\alpha=60°$ |
| Reacții specifice | solubil în apă, insolubil în HCl | solubil în apă | solubil în apă | prin încălzire pierde apa și dă o globulă opacă |
| ATD | efect end. 180, 220°C efect end. 440 | efect end. 300–400°C | | |
| RX | 7,56 Å–100–020 | | | |
| IR | 600, 670, 1 004, 1 114, 1 142 $cm^{-1}$ | | | |

# 1.4. SĂRURI HALOIDE

Formează minerale cu arie de răspîndire restrînsă în domeniul sedimentar. Ele intră în alcătuirea depozitelor evaporitice, reprezentînd în principal produse de precipitare din soluții suprasaturate. Cele mai frecvente săruri haloide sînt:

HALIT (SARE GEMĂ) — NaCl (autigen);
SILVINĂ — KCl (autigen);
CARNALIT — $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ (autigen);
FLUORINĂ — $CaF_2$ (autigen; alogen).

## 1.4.1. HALIT

### Caractere în rocile sedimentare

A u t i g e n. Formează mase granulare compacte, corpuri stratificate sau cu caracter diapir. În cadrul agregatelor, cristalele pot ajunge pînă la 5—10 cm. De asemenea, este întîlnit sub formă de cristale izolate, cubice, rar octaedrice, în diverse roci pelitice. Poate apărea ca eflorescențe și cruste și mai rar sub formă de stalactite.

Frecvent are incluziuni de argilă, bitum, oxizi și hidroxizi de Fe.

T r a n s f o r m ă r i. Fiind higroscopic și solubil poate fi ușor dizolvat. După halit au fost întîlnite pseudomorfoze de anhidrit, gips, polihalit, celestină, dolomit, cuarț, hematit și pirit.

### Ocurență

În depozitele de roci evaporitice apare singur sau în parageneză cu gipsul și sărurile delicvescente. De asemenea, în roci pelitice (argile și șisturi bituminoase), ca eflorescențe la suprafața solurilor sau ca amestecuri izomorfe cu silvina, în zona vulcanilor activi.

### Sursă

Provine din soluții suprasaturate din medii lagunare și lacustre localizate în zone cu ariditate accentuată. Mult mai rar apare prin sublimarea unor gaze vulcanice.

**Semnificaţii genetice**

Indică întotdeauna pentru formaţiunile în care se găseşte (exceptînd sublimatele — vezi sursă) un climat arid în timpul depunerii.

**Diagnostic**

T r ă s ă t u r i  d i s t i n c t i v e (v. tabelul 8):

*Macroscopic:* solubilitatea ridicată; higroscopicitatea şi duritatea mici.

*N*||: clivajul; fără relief.

*N*+: caracterul izotrop.

C o n f u z i i  p o s i b i l e:

*Silvina:* relief negativ (*N*=1 490).

M e t o d e  s p e c i f i c e:

*Solubil în apă.*

*ATD:* în stare pură mineralul dă curbe termice simple; curba ATD înregistrează fenomenul de topire la 801°C.

*RX:* distanţe reticulare ($d_Å$), intensităţi (*I*), indici (*hkl*) (Carver, 1971): 3,26—13—111; 2,82—100—200; 1,994—55—220; 1,628—15—222; 1,410—6—400; 1,261—11—420.

*IR:* absorbţie foarte slabă pe intervalul 5 000—400 $cm^{-1}$.

## 1.4.2. SILVINĂ

**Caractere în rocile sedimentare**

A u t i g e n. De obicei formează mase granulare compacte; rar lamelare. Cristalele izolate prezintă feţe de octaedru şi macle polisintetice. Prezintă frecvent incluziuni de hematit, diferite lichide şi gaze.

**Ocurenţă**

Este component al depozitelor evaporitice şi apare în parageneză cu kieserit, kainit, carnalit, polihalit, gips, anhidrit şi halit. De obicei la partea superioară a seriilor evaporitice.

**Sursă**

Produs de precipitare din soluţii suprasaturate în medii lagunare (zone aride). Poate apărea şi prin transformarea diagenetică a carnalitului.

### Semnificaţii genetice

Indică procese de precipitare în climat arid (mediu lagunar de mică adîncime).

### Diagnostic

Trăsături distinctive (v. tabelul 8):

*Macroscopic:* gustul amar; solubilitatea ridicată; higroscopicitatea mare.

*N*||: relieful accentuat negativ.

*N*+: izotropia.

Confuzii posibile:

*Halit:* relief mai ridicat (1,544).

Metode specifice:

*Solubilitate* ridicată în apă.

*Reacţii pirognostice:* colorează flacăra în violet.

*ATD:* curbe termice foarte simple; curba ATD înregistrează topirea silvinei la 770°C.

*RX:* distanţe reticulare ($d_Å$), intensităţi (*I*), indici (*hkl*) (Miheev, 1957): 3,158—8—200; 2,225—9—220; 1,816—7—222; 1,574—6—400; 1,403—10—420; 1,282—9—422; 1,109—7—440; 1,045—10—442.

*IR:* absorbţie foarte slabă pe intervalul 5 000—400 $cm^{-1}$.

## 1.4.3. CARNALIT

### Caractere în rocile sedimentare

Autigen. Apare frecvent sub formă de agregate granulare, masive, în care nu se poate distinge forma cristalelor. În masa de carnalit se găsesc frecvente incluziuni de oxizi şi hidroxizi de Fe.

Transformări. Poate fi substituit de halit.

### Ocurenţă

În orizonturile superioare ale depozitelor evaporitice, asociat cu silvină, halit, polihalit, kieserit.

### Sursă

Provine din soluţii suprasaturate şi precipită în medii lagunare. Mai poate apărea prin reacţia mineralelor preexistente (alte săruri) cu lichide bogate în potasiu.

**Semnificații genetice**

Indică zone aride și medii lagunare.

**Diagnostic**

Trăsături distinctive (v. tabelul 8):

*Macro.:* caracterul masiv.

*N*||: refringența scăzută.

*N*+: birefringența moderată și caracterul biax.

Confuzii posibile:

*Epsomit:* niciodată masiv; refringență mai scăzută decît a carnalitului.

Metode specifice:

*ATD:* deshidratarea carnalitului începe la 130°C și se termină la 350°C; efectele maxime la 190°, 245°C. Metoda nu se pretează la determinări cantitative.

## 1.4.4. FLUORINĂ

**Caractere în roci sedimentare**

Mineral rar în rocile sedimentare.

Autigen. Formează mase granulare de cristale cu structură zonară (centru mat); impregnații și mase pămîntoase cu caracter coloidal-varietatea *ratofkit;* această varietate se proate prezenta masiv și sub formă de agregate globulare (sferule). Rar ca ciment bazal sau de pori.

Alogen. Apare ca granule subangulare, mai rar rotunjite, cu incluziuni fluide sau solide (oxizi de Fe și Mn).

Transformări. Poate forma pseudomorfoze după calcit sau resturi scheletice (briozoare).

**Ocurență**

De obicei apare în cu totul alte ocurențe decît celelalte săruri haloide. În dolomite și calcare poate umple goluri, alături de celestină, anhidrit, gips. În gresii, sub formă de ciment, și în unele argile sub formă de cristale diseminate (detritic și autigen).

**Sursă**

Precipită din soluții saturate cu halogenuri. Granulele detritice provin din roci magmatice acide, ganga unor filoane, calcare.

*Tabelul 8*

**Proprietățile mineralelor din grupa sărurilor haloide**

| Mineralul | Halit | Silvina | Carnalit | Fluorina |
|---|---|---|---|---|
| Formula | NaCl | KCl | $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ | $CaF_2$ |
| Sistemul | Cubic | Cubic | Rombic | Cubic |
| Forme de agregare | masiv granular sau compact; rar columnar | mase granulare | mase granulare | agregate granulare cristale izolate |
| Habitus | cubic rar octaedric | cubic rar octaedric | piramidal pseudohexagonal | cubic octaedric |
| Gr. sp. | 2,16 | 1,99 | 1,60 | 3,18 |
| Dur. | 2 | 2 | 2,5 | 4 |
| Clivaj | (001) perfect | perfect | — | (111) perfect |
| Culoare | incolor | incolor | incolor | incolor |
| n γ | 1,544 | 1,483–1,490 | 1,494 | 1,434 |
| n β | | | 1,475 | |
| n α | | | 1,466 | |
| δ | | | 0,028 | |
| Extincție | | | 0 | |
| 2V | | | $2V_\gamma = 70$ | |
| Reacții specifice | solubil în apă | colorează flacăra în violet | solubil în apă F. higroscopic | solubil în $H_2SO_4$ concentrat |
| ATD | punct de topire 801°C | pct. de top. 770°C | e. end. 190°–245°C | — |
| RX | 2,82–100–200 | — | — | — |
| IR | absorbție slabă | absorbție slabă | — | absorbție slabă |

**Diagnostic**

Trăsături distinctive (v. tabelul 8):

*Macroscopic:* mineral fluorescent; habitus octaedric; culoarea violacee.

*N*||: 2—3 direcţii de clivaj; relieful negativ.

*N*+: caracter izotrop.

Confuzii posibile:

*Opal:* nu prezintă clivaj şi forme cristalografice.

Metode specifice:

*Testarea fluorescenţei.*

*RX:* distanţe reticulare ($d_A$), intensităţi (*I*) şi indici (*hkl*) (Miheev, 1957): 3,148—7—111; 1,928—10—220; 1,644—7—311; 1,113—7—422; 0,922—6—531.

*IR:* absorbţie foarte slabă pe intervalul 5 000—200 $cm^{-1}$.

## 1.5. FOSFAŢI

Sînt minerale relativ puţin răspîndite în domeniul sedimentar, cu chimism simplu sau complex, într-o varietate largă de forme:

FOSFAŢI DE CALCIU

APATIT — $Ca_5(PO_4)_3F, Cl$ (autigen, alogen);
PODOLIT — $Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCO_3$ (autigen);
KURSKIT — $Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2 \cdot CaCO_3 \cdot H_2O$ (autigen);
FRANCOLIT — $Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCO_3 \cdot CaF_2 \cdot H_2O$ (autigen);
COLOFAN — $3Ca(PO_4)_2 \cdot nCa(CO_2, F_2, O) (H_2O)_x$ (autigen);
Monazit* — $CePO_4$ (alogen);
Xenotim* — $YPO_4$ (alogen);
VIVIANIT — $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ (autigen).

### 1.5.1. FOSFAŢI DE CALCIU

Fosfatul de calciu — formînd diverse serii izomorfe — reprezintă principalul mod de apariţie a fosfaţilor în rocile sedimentare. Diferiţii lui termeni sînt varietăţi ale apatitului (fluorapatit,

* Este descris la cap. „Minerale grele".

clorapatit, hidroxilapatit, carbonatapatit) de obicei cu forme similare de prezentare.

**Caractere în rocile sedimentare**

A u t i g e n. Poate forma cristale idiomorfe, agregate divergente sau agregate cripto- și microcristaline, masive, lipsite de structură. Adesea se prezintă în mase ovoide largi (fosforite) ce includ pisolite, nodule și concrețiuni sau apare ca ciment al diverselor roci detritice.

Este constituent principal al oaselor, dinților și peletelor fecale.

Varietăți:

*colofanul* — mase colomorfe, mamelonare;

*francolitul* — (staffelitul) criptocristalin sau fibros are tendința de a se dezvolta în orizonturi;

*podolitul* — cristale prismatice pseudohexagonale; atunci cînd fibrele de podolit prezintă o rulare helicoidală (efecte alternative de extincție și luminozitate) poartă denumirea de *dahlit*;

*kurskitul* — geliform și nodular, cu structuri fibros radiare.

A l o g e n. Apare ca granule prismatice ușor rotunjite, cu incluziuni minuscule nedeterminabile; granulele mici poartă urme de dizolvare (fig. 1.21).

T r a n s f o r m ă r i. Prin deshidratare formele colomorfe trec în agregate microcristaline de apatit. Se formează în acest fel structuri zonare. Poate substitui carbonații în rocile calcaroase.

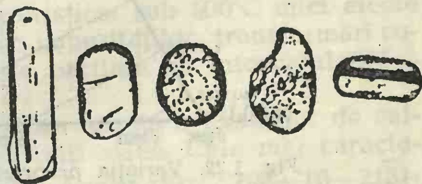


Fig. 1.21. Granule detritice de apatit (din Milner, 1962)

**Ocurență**

Se întîlnește în depozite fosfatate (fosforite, guano, brecii de oase) și formează partea scheletică a unor organisme (brachiopode, moluște, artropode și cordate).

Formele colomorfe și oolitice sînt asociate argilitelor și rocilor sideritice. Apare, de asemenea, ca produs metasomatic în unele roci calcaroase și corali.

Granulele alogene se întîlnesc în acumulări detritice sau reziduale (în special fluorapatit).

**Sursă**

Precipită din soluţii marine în prezenţa $CaCO_3$. Provine, de asemenea, din resturi de organisme sau prin spălarea depozitelor de guano. Pentru fosfaţii alogeni sursa o constituie rocile eruptive acide şi unele pegmatite.

**Semnificaţii genetice**

Prezenţa fosfaţilor în domeniul marin indică treceri de la ape reci, în care ei sînt solubili, la ape calde, în care fosfatul de Ca este insolubil. În domeniul continental poate indica urme ale activităţii vitale sau medii reducătoare (mlaştini).

**Diagnostic**

Trăsături distinctive (v. tabelele 9 şi 10):

*Macroscopic:* cristalele prismatice uşor rotunjite.
*N*||: relieful ridicat.
*N*+: birefringenţa scăzută şi caracterul uniax.

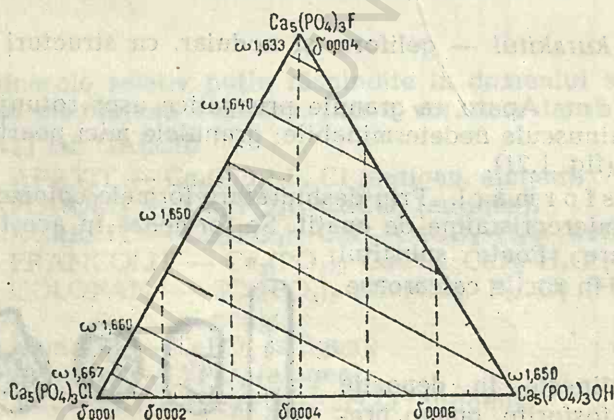



Fig. 1.22. Variaţia proprietăţilor optice la fosfaţii de calciu (din Winchell, 1964).

Pentru varietăţile fosfatului de calciu principalele proprietăţi distinctive sînt date în tabelul 9 şi figura 1.22.

Confuzii posibile:

*Topaz:* clivajul || ε.
*Beril:* indice de refracţie mai mic.
*Eudialit:* clivaj distinct; indici de refracţie mai mici.
*Zoizit:* relief mai ridicat şi birefringenţă anormală.

Metode specifice:

*Reacții în acizi:* solubil în $H_2SO_4$, $HNO_3$ și HCl.

*Reacții cromatice:* „reacția fosforului"; în prezența acidului azotic și a molibdatului de amoniu se formează la suprafața fosfatului o pată galbenă (în prezența substanței bituminoase mineralul se colorează în bleu).

Tabelul 9

**Proprietăți distincte ale fosfatului de calciu**

| | Gr. sp. | ε ω | δ | Semn optic | Forme caracteristice |
|---|---|---|---|---|---|
| Apatit | 3,20 | 1,630–1,632<br>1,643–1,648 | 0,002<br>0,005 | U(–) | microcristalin |
| Podolit | 3,08 | 1,622–1,630 | 0,008 | U(–) | prisme scurte agregate radiare |
| Kurskit | 2,9 | 1,595–1,600 | 0,005 | U(–) | nodular oolitic agregate microcristaline |
| Francolit | 3,1 | 1,610–1,614<br>1,622–1,627 | 0,004<br>0,005 | U(–)<br>2V=0-36 | mase stratiforme<br>criptocristalin fibros |
| Colofan | 2,6 | 1,510<br>1,630 | izotrop | – | colomorf mamelonar sferulitic |

*ATD:* nu dă curbe caracteristice; sub 500°C mici efecte endoterme care probabil se datoresc impurităților; transformări corespunzătoare (probabil) topirii sale parțiale pe intervalul 825—875°C (efect larg).

*RX:* dificil de deosebit natura exactă a fosfaților de calciu. De obicei, multe linii cu intensități slabe. Cele mai caracteristice (cu $I > 5$) sînt (Miheev, 1957): Apatit (F): 2,798—10—21$\bar{3}$1; 2,702—6—30$\bar{3}$0; 1,838—6—21$\bar{3}$3; Apatit (Cl): 2,764—10—21$\bar{3}$1; 1,954—6—22$\bar{4}$2; 1,840—6—21$\bar{3}$3.

Apatit (hidroxil), (Carver, 1971): 2,81—100—211; 2,78—60—112; 2,72—60—300; 1,841—40—213; Podolit: 2,811—10—21$\bar{3}$1; 2,712—6—30$\bar{3}$0; Francolit: 2,789—10—21$\bar{3}$1; 2,694—6—3030.

*IR:* benzi de absorbție la 3,540—1,450 $cm^{-1}$ pe fosfați din organisme (Zussman, 1961).

## 1.5.2. VIVIANIT

### Caractere în rocile sedimentare

A u t i g e n. Apare sub formă de cristale prismatice incolore, izolate sau ca agregate divergente. Se întîlneşte şi pulverulent, concreţionar, globular sau reniform.

T r a n s f o r m ă r i. În aer, prin oxidare, se colorează în albastru închis.

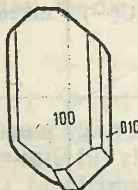


Fig. 1.23. Cristal de vivianit

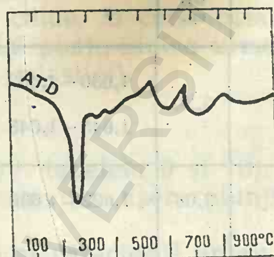


Fig. 1.24. Curba ATD a vivianitului (din Todor, 1972)

### Ocurenţă

Formele concreţionare se întîlnesc în argile sau minereuri sedimentare de fier; în oase şi fragmente de cochilii; în unele sedimente, asociat cu glauconit; în unele soluri şi turbării.

### Sursă

Provine prin precipitare din soluţii, prin reacţia fosforului organic cu Fe din mediul în care se dezvoltă.

### Diagnostic

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e (v. tabelul 10):

*Macroscopic:* formele de agregare (fig. 1.23).

*N*||: culoare galben, bleu.

*LC:* 2V mare.

M e t o d e s p e c i f i c e:

*Solubil* în acizi.

*Reacţii în acizi:* solubil în HCl.

*ATD:* eliminarea apei se produce în trei faze, cărora le corespund 3 efecte endoterme maxime la: 260°, 333° şi 380°C. Efectul exotermic între 500—700°C (fig. 1.24).

*RX:* distanţe reticulare ($d_Å$), intensităţi (*I*), (Troger, 1969): 6,80—100; 2,97—67; 2,71—67.

Tabelul 10

Proprietățile mineralelor din grupa fosfaților

| Mineralul | Apatit | Monazit | Xenotim | Vivianit |
|---|---|---|---|---|
| Formula | $Ca_5(PO_4)_3 \cdot ClF$ | $CaPO_4$ | $YPO_4$ | $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ |
| Sistemul | Hexagonal | Monoclinic | Pătratic | Monoclinic |
| Forme de agregare | cristale izolate concreționar-nodular, fibros radiar | cristale izolate | cristale izolate | mase concreționare globular reniform |
| Habitus | prismatic, bipiramidal | prismatic, scurt bipiramidal | prismatic | prismatic tabular |
| Gr. sp. | 3,17–3,23 | 4,9–5,3 | 4,5 | 2,68 |
| Duritate | 4,5–5 | 5 | 4–5 | 1,5–2 |
| Clivaj | (0001) slab | (100) bun | (100) bun | (010) perfect |
| Culoare | incolor | gălbui | galben-verzui | galben-pal-belu |
| ω γ | 1,632–1,648 | 1,849 | 1,816 | 1,629 |
| β | | 1,801 | | 1,602 |
| ε α | 1,630–1,643 | 1,800 | 1,721 | 1,579 |
| δ | 0,002–0,005 | 0,049 | 0,095 | 0,050 |
| Extincție | 0° | $C:\gamma=2$ | | $C:\gamma=28,5$ |
| U | U– | | U– | |
| 2V | pseudobiax $2V_\gamma=20°$ | $2V_\gamma=11°$ | | $2V_\gamma=83°$ |
| Reacții specifice | solubil în $H_2SO_4$, $HNO_3$, HCl | descompus de acizi | descompus de acizi | solubil în acizi |
| ATD | 825–875°C top. parțială | — | — | ef. end. 260, 330, 380°C |
| RX | 2,798 Å–10–2 131 | 3,095 Å–100 | 3,45 Å–100 | 6,80 Å–100 |
| IR | 3,540, 1 450 $cm^{-1}$ | — | — | — |

# 1.6. OXIZI ŞI HIDROXIZI

Pentru domeniul sedimentar, importanţă deosebită prezintă oxizii şi hidroxizii metalici de Al, Fe, Mn. Formele anhidre şi hidratate se găsesc adesea asociate apărînd prin procese singenetice şi epigenetice.

Oxizi şi hidroxizi de ALUMINIU:

Corindon — $Al_2O_3$ (alogen)*;
DIASPOR — $AlO \cdot OH$ (autigen);
BOEHMIT — $AlO \cdot OH$ (autigen);
HIDRARGILIT — $Al(OH)_3$ (autigen).

Oxizi şi hidroxizi de FIER:

Magnetit — $Fe_3O_4$ (alogen)*;
HEMATIT — $Fe_2O_3$ (autigen);
GOETHIT — $FeO \cdot OH$ (autigen);
LEPIDOCROCIT — $\alpha FeO \cdot OH$ (autigen);
LIMONIT — $\gamma FeO \cdot OH \cdot nH_2O$ (autigen).

Oxizi şi hidroxizi de MANGAN:

BRAUNIT — $Mn_2O_3$ (autigen);
HAUSMANNIT — $Mn_3O_4$ (autigen);
PIROLUZIT — $MnO_2$ (autigen);
MANGANIT — $MnO \cdot OH$ (autigen);
PSILOMELAN — $BaMn^{2+}Mn_6^{4+} \cdot O_{16}(OH)_4$ (autigen).

## 1.6.1. DIASPOR

### Caractere în rocile sedimentare

A u t i g e n. Apare fie sub formă de cristale tabulare sau anhedrale diseminate, fie formînd „nucleii" unor oolite. De asemenea, ca agregate foliate sau mase micro- spre criptocristaline, în alcătuirea unor formaţiuni oolitice.

A l o g e n. Mai rar sub formă de granule rotunjite.

T r a n s f o r m ă r i. Se întîlnesc pseudomorfoze de caolin după diaspor.

---

* Descris în capitolul „Minerale grele".

## Ocurență

Constituent principal al bauxitelor (alături de hidrargilit și boehmit); în masa acestor roci poate apărea asociat cu caolin, oxizi și hidroxizi de Fe și clorit. Cristalele diseminate se întîlnesc în laterite și argile („fire clay").

Detritic, în aluviuni însoțind corindonul.

## Sursă

Provine din alterarea aluminosilicaților în condiții tropicale sau din impuritățile unor calcare.

## Semnificații genetice

Diasporul se pare că indică bauxite de geosinclinal și reflectă existența unor fenomene de alterație în condiții tropicale.

## Diagnostic

T r ă s ă t u r i   d i s t i n c t i v e (v. tabelul 11 și fig. 1.25):

*N*||: culoarea și pleocroismul; refringența ridicată.

*N*+: birefringența ridicată și semnul optic.

C o n f u z i i   p o s i b i l e:

*Corindon:* indice de refracție mai mare.

*Andaluzit:* birefringență scăzută.

*Sillimanit:* prismatic, refringență mai scăzută.

M e t o d e   s p e c i f i c e:

*Reacții în acizi:* insolubil în acizi.

*Reacții pirognostice:* prin încălzire, decrepită puternic.

*ATD:* dificil de identificat; prin încălzire se comportă la fel ca boehmitul.

*RX:* distanțe reticulare ($d_Å$), intensități (*I*), indici (*hkl*) (Miheev, 1957): 3,908—6—110; 2,554—6—130; 2,313—6—110; 2,130—8—$\left\{\begin{smallmatrix}121\\210\end{smallmatrix}\right.$; 2,072—8—140; 1,630—10—221; 1,477—8—160; 1,372—6—061.

*IR:* spectrele de absorbție au trăsături caracteristice dar neconcludente pentru legătura OH (Zussman, Deer, 1967).

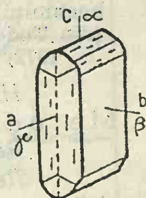



Fig. 1.25. Orientarea optică la diaspor

### 1.6.2. BOEHMIT

## Caractere în rocile sedimentare

A u t i g e n. Formează în exclusivitate agregate micro- sau criptocristaline. Mai frecvent decît alți hidroxizi de Al, îmbracă aspecte pisolitice.

**Ocurență**

Întîlnit în bauxite, alături de hidrargilit și diaspor, prezența sa este însoțită și de hidroxizi de Fe. În laterite formează agregate împreună cu hidrargilitul și mineralele argiloase.

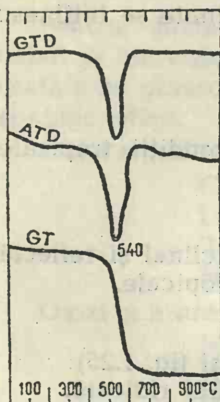



Fig. 1.26. Curbele termice ale boehmitului (din Todor, 1972)

**Sursă**

Provine prin deshidratarea mineralelor argiloase și a hidrargilitului.

**Semnificații genetice**

Mineral caracteristic bauxitelor de geosinclinal. Indică fenomene de alterație în condiții tropicale (depozite reziduale).

**Diagnostic**

Trăsături distinctive (v. tabelul 11):

Datorită structurii sale submicroscopice, determinarea constantelor optice este dificilă.

Confuzii posibile:

*Diaspor:* refringență și birefringență mai mare decît boehmitul.

*Hidrargilit:* refringență mai ridicată.

Metode specifice:

*Reacții în acizi:* insolubil în acizi.

*Reacții pirognostice:* prin încălzire devine alb și apoi decrepită.

*ATD:* prin încălzire se descompune: efect endoterm caracteristic la 540° și o pierdere în greutate de 15% (fig. 1.26).

*RX:* se aplică obligatoriu pentru verificarea naturii mineralogice; distanțe reticulare ($d_{\text{Å}}$), intensități (*I*) și indici (*hkl*), (Miheev, 1957): 3,16—8—120; 2,344—10—031; 1,849—10—200; 1,646—7—151; 1,452—8—$\substack{231\\250}$; 1,306—10—$\substack{090\\081}$.

*IR:* spectru de absorbție comparabil cu al altor hidroxizi de Al (Deer, 1967).

### 1.6.3. HIDRARGILIT (GIBBSIT)

**Caractere în rocile sedimentare**

Autigen. Se prezintă ca granule neregulate, mai rar în cristale prismatice și tabulare. Frecvent apare ca agregate lamelare

sau stalactitice. Alteori este concreţionar cu structură reticulară, mamelonar sau pămîntos.

Transformări. În prezenţa silicei trece în caolin.

**Ocurenţă**

Constituent principal al bauxitelor, argilelor reziduale şi lateritelor, alături de diaspor, böehmit, limonit şi cuarţ; reziduu în calcarele alterate; uneori apare ca pseudomorfoze după corindon.

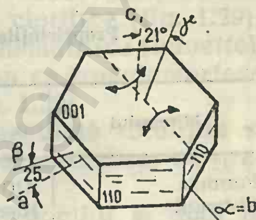


Fig. 1.27. Orientarea optică la hidrargilit

**Sursă**

Provine prin alterarea mineralelor aluminoase, în special feldspaţi plagioclazi, hornblendă, epidot şi biotit.

**Semnificaţie genetică**

Caracteristic bauxitelor de platformă. Indică fenomene de alteraţie în condiţii tropicale şi este specific unor procese de deshidratare.

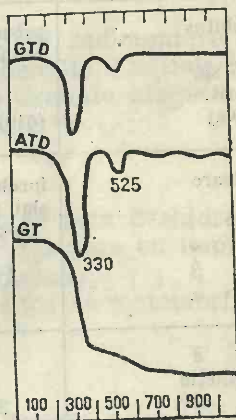


Fig. 1.28. Curbele termice ale hidrargilitului (din Todor, 1972)

**Diagnostic**

Trăsături distinctive (v. tabelul 11):

*Macroscopic:* clivajul perfect şi habitusul lamelar; greutatea specifică mică.

*N+:* extincţia înclinată.

*LC:* 2V mic şi pozitiv.

Confuzii posibile:

*Caolinit:* birefringenţă mai mică.

*Muscovit:* semn optic negativ.

*Calcedonie:* refringenţă şi birefringenţă mai mici.

*Carbonat-apatit:* relief ridicat şi birefringenţă scăzută.

Metode specifice:

*Reacţii în acizi:* solubil în HCl şi în alcalii.

*Reacţii pirognostice:* prin încălzire devine opac.

*ATD:* se descompune în trei etape cărora le corespund trei efecte endoterme: între 240—290°C foarte slab, între 300—350°C foarte accentuat şi între 515—560°C moderat (fig. 1.28).

*RX:* distanţe reticulare ($d_Å$), intensităţi (*I*) (Carver, 1971): 4,85—100; 4,37—40; 4,31—20; 3,31—10; 2,45—15; 2,38—25; 2,04—15; 1,801—10.

*IR:* bandă caracteristică pentru legătura de hidrogen; spectrul de absorbţie diferă de ale brucitului, diasporului, boehmitului şi corindonului (Deer, 1967).

*Tabelul 11*

**Proprietăţile mineralelor din grupa hidroxizilor de aluminiu**

| Mineralul | Diaspor | Boehmit | Hidrargilit |
|---|---|---|---|
| Formula<br>Sistemul | AlO · OH-α<br>Rombic | AlO · OH-γ<br>Rombic | $Al(OH)_3$<br>Monoclinic |
| Forma de agregare | microcristalin granular | microcristalin agregate pisolitice | microcristalin, masiv sau concreţionar |
| Habitus<br><br>Gr. sp.<br>Durit.<br>Clivaj | prismatic;<br>tabular mai rar<br>3,4—3,5<br>6,5—7<br>(010) perfect | tabular<br>lenticular<br>3<br>3,5—4<br>bun | hexagonal<br>lamelar<br>2,35<br>3<br>(001) perfect |
| Culoare<br><br><br>γ<br>β<br>α | incolor<br>slab pleocroic-bleu-gălbui<br>1,750<br>1,722<br>1,702 | incolor<br><br><br>1,67<br>1,66<br>1,65 | incolor<br><br><br>1,587<br>1,566<br>1,566 |
| δ<br>Extincţie<br>2V | 0,048<br>0°<br>$2V_γ$ =84 | 0,015<br>0<br>$2V_α$ =nedet. | 0,021<br>C : γ=21—44°<br>$2V_γ$=0—40° |
| Reacţii specifice<br><br><br><br>ATD<br><br>RX | insolubil în acizi decrepită puternic<br><br><br>asemănător cu boehmit<br>1,630 Å—10—221 | insolubil în acizi prin încălzire decrepită<br><br>ef. end. 540°C<br><br>2,344 Å—10;<br>1,849 Å—10;<br>1,306 Å—10 | solubil în HCl şi alcalii<br>la încălzire devine opac<br>ef. end. 330° şi 525°C<br><br>4,85 Å—100;<br>4,37 Å—40 |

## 1.6.4. HEMATIT

### Caractere în rocile sedimentare

*Autigen.* Apare des ca pigment diseminat în diverse roci sau ca mase pămîntoase sau fin cristalizate cu dezvoltare stratiformă sau lenticulară. Formează, de asemenea, mase reniforme, concreționare cu structură fibros radiară; în concrețiuni zonele hematitice pot alterna cu zone limonitice sau cloritice (fig. 1.29); în jurul unor granule detritice formează oolite hematitice (*minette*). Poate apărea ca ciment al unor roci (gresii) sau ca pseudomorfoze după minerale ori fragmente de organisme (fig. 1.29).

*Alogen.* De obicei apare ca granule neregulate rotunjite și mai rar sub formă de granule romboedrice. De asemenea, ca granule botrioidale cu structură radiară.

*Transformări.* Prin hidratare trece în goethit și apoi în limonit. Poate forma pseudomorfoze după magnetit (*martit*) și pirit.

### Ocurență

Formează acumulări stratiforme în zăcăminte sedimentare de Fe. Diseminat apare în argile roșii, jaspuri și bauxite. Oolitele hematitice (minette) apar asociate cu calcarele. Granule alogene se întîlnesc în nisipuri aluvionare de dune și în laterite.

### Sursă

Precipită din soluții în mediu neutru. Provine prin deshidratarea limonitului (de obicei pentru formele concreționare cu impurități argiloase) sau oxidarea magnetitului *(maghemit)*.

Granulele detritice provin din roci magmatice și metamorfice, filoane metalifere și calcare.

### Semnificații genetice

Indică procese de alterare (oxidare sau deshidratare), în climat cald.

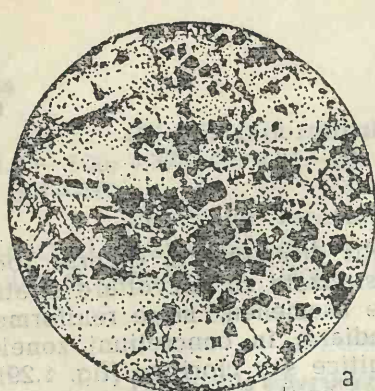
### Diagnostic

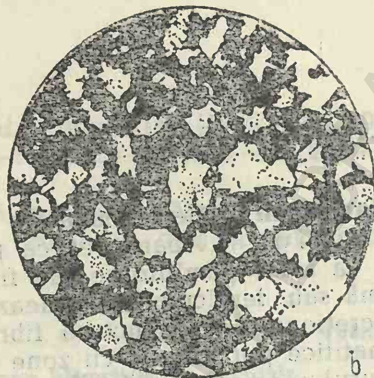
*Trăsături distinctive* (v. tabelul 12):

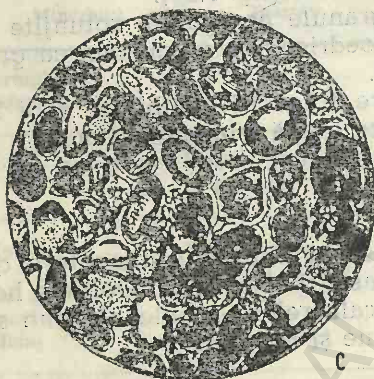
*Macroscopic:* culoarea roșie de sînge îl deosebește de magnetit și ilmenit; slab magnetic (vezi proprietăți calcografice).

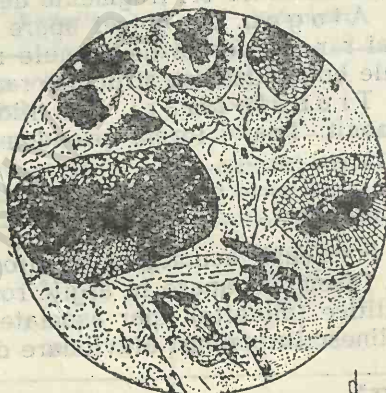
*Confuzii posibile:*

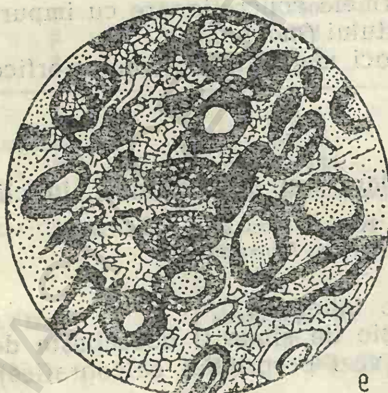
*Magnetit* și *ilmenit*.



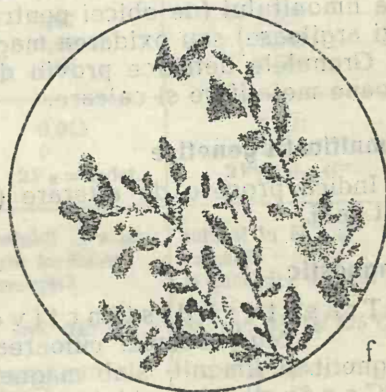




Fig. 1.29. Forme de agregare a oxizilor și hidroxizilor de fier și mangan:

*a* — octaedri și granule de magnetit în rocă detritică (×60; N ||); *b* — ciment hematitic în gresii cuarțitice feruginoase (×35; N ||); c — magnetit sub formă de oolite (×35; N ||); *d* — pseudomorfoze de hidroxizi de Fe după resturi de echinide; *e* — hematit opac sub formă de oolite (×12; N ||); *f* — piroluzit în agre... dendritice pe suprafața unei gresii.

Metode specifice:

*Reacţii în acizi:* solubil în HCl concentrat.

*Reacţii pirognostice:* infuzibil, prin încălzire devine magnetic.

*ATD:* nici o transformare pînă la 1 000°C; eventualele efecte sînt datorate unor impurităţi (fig. 1.30).

*RX:* distanţe reticulare ($d_Å$), intensităţi ($I$) şi indici ($hkl$) (Carver, 1971): 3,67—35—102; 2,69—100—104; 2,51—75—110; 2,20—25—113; 1,838—30—204; 1,692—45—116.

*IR:* bandă de absorbţie caracteristică la 550 $cm^{-1}$; mai slab la 475 $cm^{-1}$ (Zussman, 1967).

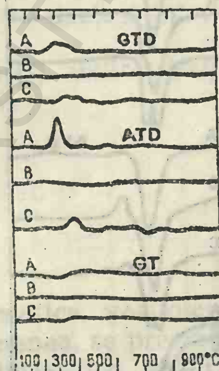



Fig. 1.30. Curbele termice ale oxizilor de fier (din Todor, 1972): *A* — vustit; *B* — hematit; *C* — magnetit

### 1.6.5. GOETHIT

#### Caractere în rocile sedimentare

Autigen. De cele mai multe ori apare criptocristalin sau fibros.

Alogen. Rar detritic; adesea se confundă cu limonitul.

Transformări. Prin deshidratare trece în hematit. Formele fibroase fac trecerea către limonit.

#### Ocurenţă

Se întîlneşte ca produs de alteraţie a sideritului, magnetitului, piritei, alături de alţi hidroxizi (limonit, lepidocrocit, manganit, psilomelan). Întîlnit în laterite şi în soluri.

#### Sursă

Provine prin precipitare din apa mării sau apele meteorice.

#### Semnificaţii genetice

Formele de prezentare şi parageneza indică adesea caracterul său secundar şi un mediu oxigenat.

#### Diagnostic

Trăsături distinctive (v. tabelul 12):

*Macroscopic:* forma cristalelor şi pleocroismul.

Confuzii posibile:

*Lepidocrocit:* brun, 2V mai mare.

*Limonit* și *hematit*.

Metode specifice:

*Reacții în acizi:* solubil în HCl.

*Reacții pirognostice:* prin încălzire devine magnetic.

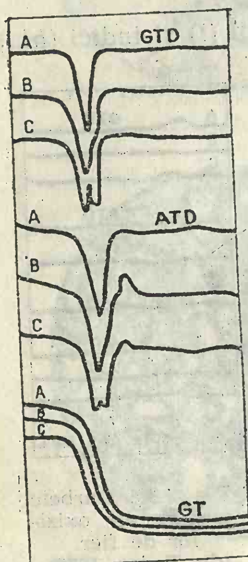



Fig. 1.31. Curbele termice ale hidroxizilor de fier. (din Todor, 1972): *A* — goethit-limonit; *B* — lepidocrocit; *C* — limonit-lepidocrocit).

*ATD:* efectul termic de deshidratare între 250—360°C, cu posibilități de deplasare din cauza impurităților (fig. 1.31).

*RX:* distanțe reticulare ($d_A$), intensități (*I*), indici (*hkl*), (Carver, 1971): 4,98—15—020; 4,18—100—110; 2,69—30—130; 2,49—15—040; 2,45—25—111; 2,19—20—140; 1,721—20—140; 1,721—20—221; 1,564—15—151.

### 1.6.6. LEPIDOCROCIT

#### Caractere în rocile sedimentare

Autigen. Este mai puțin comun decît goethitul și se întîlnește sub formă de cristale izolate, masiv, în agregate divergente sau lamelare.

Transformări. Prin deshidratare trece în maghemit.

#### Ocurență

Apare împreună cu goethit și limonit (v. aceste minerale); adesea este format pe pirit.

#### Sursă

Se formează pe seama unor minerale bogate în Fe.

#### Semnificații genetice

Este un mineral secundar și indică condiții de oxidare.

#### Diagnostic

Trăsături distinctive (v. tabelul 12):

*N*||: pleocroismul puternic galben, roșu-orange.

C o n f u z i i   p o s i b i l e:

*Goethit:* anizotropie mai slabă; 2V mai mic.

*Hematit:* greutate specifică mai mare.

M e t o d e   s p e c i f i c e:

*Reacţii în acizi:* solubil în HCl.

*Reacţii pirognostice:* infuzibil la flacără; se înnegreşte şi devine magnetic.

*ATD:* se deosebeşte de goethit prin existenţa suplimentară a unui efect exotermic între 400—500°C. Efectul scade cînd este în amestec cu goethitul. Efectul endotermic pe acelaşi interval 250—360° (v. fig. 1.31).

*RX:* distanţe reticulare ($d_A$), intensităţi ($I$), indici ($hkl$), (Miheev, 1957): 6,25—10; 3,29—9; 2,46—7; 1,932—7.

### 1.6.7. LIMONIT (HIDROGOETHIT)

#### Caractere în rocile sedimentare

A u t i g e n: Formează adesea agregate prismatice, vacuolare sau prăfoase, lipsite de structură internă. De asemenea, se prezintă cu forme mamelonare, reniforme, botrioidale şi stalactitice. Alteori apare sub formă de pigment, ciment, pseudomorfoze sau cruste la suprafaţa mineralelor.

A l o g e n. Apare rar, ca fragmente neregulate; unele din formele autigene menţionate apar şi în aluviuni.

#### Ocurenţă

Se găseşte în toate tipurile de roci în care intră minerale cu fier; este asociat cu hematit şi oxizi de mangan. Apare în zona de oxidare a zăcămintelor de Fe (ceea ce este frecvent descris ca limonit reprezintă probabil un amestec de goethit şi lepidocrocit). Se întîlneşte ca pigment în argilele roşii sau ca produs de descompunere a glauconitului. Cele mai frecvente pseudomorfoze sînt după pirit, siderit, marcasit; dar şi după fragmente organice (lemn, frunze, fosile) (v. fig. 1.29). Este asociat cu sferosiderite şi black-banduri.

#### Sursă

Provine prin precipitare anorganogenă sau biogenă în lacuri şi mări. Sursa o constituie mineralele instabile şi metastabile care

*Tabelul 12*

**Proprietățile mineralelor din grupa oxizilor și hidroxizilor de fier**

| Mineralul | Hematit | Goethit | Lepidocrocit | Limonit |
|---|---|---|---|---|
| Formula<br>Sistemul | $Fe_2O_3$<br>Trigonal | α-FeO · OH<br>Rombic | γ-FeO · OH<br>Rombic | FeO · OH · $nH_2O$<br>Amorf |
| Forme de agregare | masiv, pămîntos, concreționar, agregate cristaline | agregate criptocristaline fibroase | masiv; agregate divergente și lamelare | pămîntos |
| Habitus<br>Gr. sp.<br>Duritate<br>Clivaj | tabular lamelar<br>5,2<br>5<br>(0001) slab | prismatic, striuri verticale; tabular<br>4,0—4,4<br>5—5,5<br>(010) perfect | tabular<br>4,09<br>5<br>(010)perf.;(100)(001)bun | —<br>2,7—4,3<br>4—5,5<br>— |
| Culoare<br>ω γ<br>n, β<br>ε α | ω=roșu brun<br>ε=roșu galben<br>3,22<br><br>2,94 | γ=galben oranj<br>α=galben<br>2,224<br>2,22<br>2,150 | γ=roșu, orange<br>α=galben<br>2,51<br>2,20<br>1,94 | brun-opac<br><br>2,05±<br>— |
| δ<br>U(±)<br>2V | 0,28<br>U(—) | 0,074<br><br>$2V_\alpha$ =0—27° | 0,57<br><br>$2V_\alpha$ =83° | opac-izotrop |
| Reacții specifice<br><br>ATD<br>RX<br><br>IR | solubil în HCl conc. prin încălzire devine magnetic<br>—<br>2,69 Å—100—104<br><br>550 cm⁻¹ | solubil în HCl conc. infuzibil; devine magnetic<br>ef. end. 250—360°C<br>4,18 Å—100—110<br><br>— | solubil în HCl conc. infuzibil; devine magnetic<br>ef. end. 200—360°C<br>6,25 Å—10; 3,29 Å—9<br><br>— | solubil în HCl infuzibil; devine magnetic<br>ef. end. 350—400°C<br>4,178 Å—10—100; 2,450 Å—10—111<br>— |

conţin fier, din toate tipurile de formaţiuni eruptive, metamorfice şi sedimentare.

**Semnificaţii genetice**

Indică medii oxidante; de obicei agregat secundar.

**Diagnostic**

T r ă s ă t u r i  d i s t i n c t i v e (v. tabelul 12):

*Macroscopic:* formele de agregare şi culoarea; caracterul amorf.

C o n f u z i i  p o s i b i l e:

*Goethit:* cristalizat.

M e t o d e  s p e c i f i c e:

*Reacţii în acizi:* solubil în HCl.

*Reacţii pirognostice:* infuzibil, devine magnetic.

*ATD:* efectul termic de deshidratare situat între 350—400°C; prezenţa impurităţilor deplasează temperatura efectului termic, iar pe curbele termice pot să apară efecte suplimentare atribuite impropriu limonitului (v. fig. 1.31).

*RX:* distanţe reticulare ($d_Å$), intensităţi ($I$), indici ($hkl$), pentru hidrogoethit $HFeO_2 \cdot nH_2O$ (Miheev, 1957): 4,178—10—110; 2,690—8—130; 2,450—10—111; 2,189—6—140; 1,719—8—221; 1,564—6—151.

### 1.6.8. BRAUNIT

**Caractere în rocile sedimentare**

A u t i g e n. Formează agregate granulare masive; cantitativ este mult subordonat faţă de alţi oxizi şi hidroxizi de mangan.

**Ocurenţă**

Apare în depozite reziduale alături de piroluzit şi psilomelan.

**Sursă**

Soluţii meteorice.

**Semnificaţii genetice**

Mineral secundar.

**Diagnostic**

Trăsături distinctive (v. tabelul 13):

*Macroscopic:* culoarea neagră, brună; duritatea mare. Se identifică prin metode calcografice.

Confuzii posibile:

*Hausmannit:* puternic anizotrop, reflexe interne.

*Manganit:* puternic anizotrop, reflexe interne și macle.

*Magnetit:* izotrop.

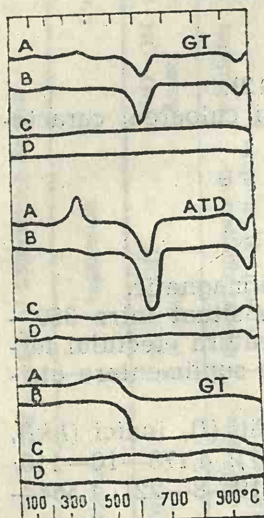



Fig. 1.32. Curbele termice ale oxizilor de mangan (după Todor, 1972):
*A* — manganosit; *B* — piroluzit; *C* — braunit; *D* — hausmannit

Metode specifice:

*Reacții în acizi:* solubil în HCl cu degajarea clorului.

*Reacții pirognostice:* infuzibil la flacără.

*ATD:* un prim efect termic, cauzat de trecerea braunitului în hausmannit, apare între 950—1 050°C, însoțit și de o pierdere de masă. În continuare, datorită unei transformări polimorfe ($\alpha \rightleftarrows \beta$) se înregistrează un mic efect endotermic între 1 150 și 1 200°C (fig. 1.32).

*RX:* distanțe reticulare ($d_A$) și intensități ($I$), (Miheev, 1957): 3,45—5; 2,69—10; 2,34—6; 2,14—6; 1,65—9; 1,495—5; 1,415—8; 1,35—5; 1,076—6.

## 1.6.9. HAUSMANNIT

**Caractere în rocile sedimentare**

Autigen. Formează agregate granulare masive; mineralul este mai rar decît alți oxizi și hidroxizi de mangan.

Transformări. Prin hidratare poate trece în psilomelan.

**Ocurență**

Este întîlnit în depozite reziduale asociat cu braunit, hematit, psilomelan, piroluzit. Apare de asemenea ca pseudomorfoze după calcit și manganit.

**Sursă**

Provine din soluţii meteorice, prin oxidarea silicaţilor şi carbonaţilor de Mn.

**Semnificaţii genetice**

Mineral cu caracter secundar.

**Diagnostic**

T r ă s ă t u r i  d i s t i n c t i v e (v. tabelul 13):

*Macroscopic:* în agregate granulare este dificil de deosebit de alte minerale de mangan; urmă brună.

C o n f u z i i  p o s i b i l e:

*Braunit:* duritate mai mare, urmă roşie.

*Piroluzit:* urmă neagră.

*Psilomelan:* urmă neagră.

*Hematit:* diferă prin duritatea şi structura agregatelor.

M e t o d e  s p e c i f i c e:

*Reacţii în acizi:* solubil în HCl cu degajare de clor.

*Reacţii pirognostice:* infuzibil.

*ATD:* două efecte de transformare polimorfă $\gamma \rightarrow \beta$ în intervalul 900—970°C; $\beta \rightarrow \alpha$ în intervalul 1 150—1 200°C (v. fig. 1.32).

*RX:* distanţe reticulare ($d_A$), intensităţi ($I$), indici ($hkl$), (Miheev, 1957): 3,07—8—202; 2,73—10—113; 2,45—10—$\left\{\begin{matrix}311\\322\end{matrix}\right.$; 2,025—7—400; 1,56—8—511; 1,53—9—404.

## 1.6.10. PIROLUZIT

**Caractere în rocile sedimentare**

Cel mai răspîndit oxid de mangan sedimentar; se prezintă într-o mare varietate de forme:

A u t i g e n. Formează cristale prismatice *(polianit)* şi agregate granulare masive; de asemenea agregate columnare, fibroase, cu caracter divergent (*piroluzit* s.s.). Alteori este întîlnit ca forme concreţionare, oolitice şi denditrice.

T r a n s f o r m ă r i. Prin hidratare trece în psilomelan.

**Ocurenţă**

Apare în zonele de oxidare a zăcămintelor de mangan, alături de hausmannit, manganit, braunit, psilomelan, limonit, hematit şi

goethit. De asemenea, în depozite sedimentare (argile) sub formă de nivele oolitice și depozitele reziduale din unele zone calcaroase. Formează pseudomorfoze după manganit, calcit, siderit, rodocrozit și rodonit.

**Sursă**

Provine prin precipitare din soluții marine și lacustre. De asemenea din soluții coloidale sau ape vadoase care vin în contact cu silicați și carbonați de Mn.

**Semnificații genetice**

Mineral cu caracter primar și secundar; indică întotdeauna un mediu puternic oxidant fiind forma stabilă către care tind toate celelalte minerale de mangan. Piroluzitul primar indică precipitarea în apropierea țărmului.

**Diagnostic**

T r ă s ă t u r i  d i s t i n c t i v e (v. tabelul 13):

*Macroscopic:* formele de agregare, clivajul, luciul și duritatea.

C o n f u z i i  p o s i b i l e:

Alți oxizi și hidroxizi de Mn cu urmă neagră; este necesar studiul în lumină reflectată.

M e t o d e  s p e c i f i c e:

*Reacții în acizi:* solubil în HCl cu degajare de Cl.

*Reacții pirognostice:* infuzibil la flacără.

*ATD:* efect endotermic caracteristic pe intervalul 650—700°C, cînd piroluzitul trece în braunit; modificarea este însoțită și de o pierdere de greutate (v. fig. 1.32).

*RX:* distanțe reticulare ($d_Å$), intensități ($I$), indici ($hkl$), (Miheev, 1957): 3,118—10—110; 2,404—9—101; 2,108—7—111; 1,622—10—211; 1,555—8—220; 1,434—6—002; 1,302—8—301; 1,054—7—222; 1,023—7—401.

## 1.6.11. MANGANIT

**Caractere în rocile sedimentare**

A u t i g e n. Formează agregate granulare masive alături de piroluzit și psilomelan sau forme globulare cu structură fibros radiară. De asemenea, ca oolite și cruste.

T r a n s f o r m ă r i. Prin deshidratare trece în piroluzit, braunit și hausmannit.

**Ocurență**

Apare în nivele, între carbonați de mangan și hidroxizi de Mn; în argile reziduale, alături de piroluzit și psilomelan; în zona de oxidare a unor zăcăminte de Mn din șisturi cristaline. Pseudomorfoze după calcit și rodocrozit.

**Sursă**

Provine prin precipitare în mediul marin și prin oxidare din minerale primare de mangan (silicați, carbonați, oxizi).

**Semnificații genetice**

Caracter primar și secundar. De obicei indică deficit de oxigen și este caracteristic unor depozite formate în largul mării.

**Diagnostic**

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e (v. tabelul 13):

*Macroscopic:* habitusul columnar și striurile caracteristice pe fețele de prismă; urma brună.

C o n f u z i i p o s i b i l e:

*Braunit:* nu are reflexe interne.

*Hausmannit:* duritate mai mare.

M e t o d e s p e c i f i c e:

*Reacții în acizi:* solubil în HCl cu degajare de Cl.

*Reacții pirognostice:* infuzibil la flacără.

*ATD:* efect endoterm caracteristic la 380°C (sau interval 350—400°C) însoțit de o pierdere accentuată în greutate. Alte efecte endoterme slabe la 570°C, 660°C și 960°C, corespunzătoare unor transformări polimorfe (fig. 1.33).

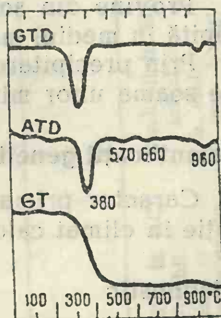



Fig. 1.33. Curbele termice ale manganitului (din Todor, 1972)

*RX:* distanțe reticulare ($d_Å$) și intensități ($I$), (Miheev, 1957): 3,40—10; 2,65—8; 2,41—8; 1,77—8; 1,70—7; 1,66—8; 1,63—7; 1,495—7; 1,425—7; 1,317—7;

## 1.6.12. PSILOMELAN

### Caractere în rocile sedimentare

Este hidroxidul de mangan cel mai frecvent în rocile sedimentare.

A u t i g e n. Apare ca agregat fin granular ce formează intercalaţii compacte; pămîntos *(vad)*. De asemenea întîlnit ca oolite sau concreţiuni globulare cu structură caracteristică, formaţiuni colomorfe cu aspect reniform şi botrioid, impregnaţii şi dendrite (în special pe suprafeţele unor plane de diaclaze).

T r a n s f o r m ă r i. Prin oxidare trece în piroluzit, braunit, hausmannit.

### Ocurenţă

Se întîlneşte în roci argiloase sub formă de impregnaţii; ca acumulări reziduale pe calcare şi roci eruptive bazice; ca pseudomorfoze după carbonaţi şi silicaţi de mangan în zonele de oxidare ale unor minereuri metamorfozate.

### Sursă

Provine din soluţii moleculare, dar în special coloidale şi precipită în mediul marin.

Prin precipitare biogenă în mediul lacustru şi mlăştinos. Apare pe seama unor minerale primare de mangan (carbonaţi şi silicaţi).

### Semnificaţii genetice

Caracter primar şi secundar; formele reziduale indică o alteraţie în climat cald şi umed.

### Diagnostic

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e (v. tabelul 13):

*Macroscopic:* formele de agregare, urma neagră; identificarea exactă necesită studiul calcografic şi analize chimice.

M e t o d e s p e c i f i c e :

*Reacţii în acizi:* solubil în HCl cu degajare de Cl.

*Reacţii pirognostice:* infuzibil la flacără.

*RX:* distanţe reticulare ($d_A$), intensităţi ($I$), (Miheev, 1957): 3,462—6; 2,877—6; 2,418—6; 2,191—10; 1,820—5.

Tabelul 13

**Proprietățile mineralelor din grupa oxizilor și hidroxizilor de Mn**

| Mineralul | Braunit | Hausmannit | Piroluzit | Manganit | Psilomelan |
|---|---|---|---|---|---|
| Formula<br>Sistemul | $Mn_2O_3$<br>Pătratic | $Mn_3O_4$<br>Pătratic | $MnO_2$<br>Pătratic | $MnO \cdot OH$<br>Monoclinic | $BaMn^{2+}+Mn_6^{4+}\ O_{16}(OH)_4$<br>Amorf |
| Forme de agregare | granular masiv | granular masiv | microcristalin<br>agreg. fibroase | cruste<br>masiv<br>oolite-stalactite | reniform<br>stalactitic |
| Habitus<br>Gr. sp.<br>Duritate<br>Clivaj | piramidal<br>4,72–4,83<br>6–6,5<br>(112) perfect | pseudooctaedric<br>4,84<br>5<br>(001) aproape perf. | prismatic (scurt sau lung)<br>4,4–5,06<br>6–6,5<br>(110) perfect | prismatic<br>4,33<br>4<br>(010) perf.;<br>(110), (001) bun | masiv<br>4,2–4,7<br>5–6<br>— |
| Culoare<br>γ<br>β<br>α | opac, brun, roșu,<br>cenușiu de oțel | roșu brun | opac, alb cenușiu<br>anizotrop. evid. | brun roșu<br>slab pleocroic<br>2,53<br>2,25<br>2,25 | opac<br>opac izotrop |
| δ<br>Extincție<br>2V | | | | 0,28<br>C:γ=4°<br>2V+ | |
| Reacții specifice<br>ATD<br>RX | solubil în HCl;<br>infuzibil<br>e. end.<br>950–1 050°C<br>2,69 Å–10;<br>1,65 Å–9 | solubil în HCl;<br>infuzibil<br>e. end.<br>900–970°C<br>2,73 Å–10–113;<br>2,45 Å–10–311 | solubil în HCl;<br>infuzibil<br>e. end. 650–700°C<br>3,118 Å–10–110;<br>1,622 Å–10–211 | solubil în HCl;<br>infuzibil<br>e. end. 380°C<br>3,40 Å–10 | solubil în HCl;<br>infuzibil<br>—<br>2,191 Å–10 |

# 1.7. SILICAŢI

În domeniul sedimentar, silicaţii, de obicei, intră în alcătuirea argilelor şi rocilor clastice (detritice) sub formă de constituenţi autigeni şi alogeni. În acest subcapitol vor fi prezentate în special acele grupe în care mineralele au greutatea specifică < 2,9 şi reprezintă, din acest punct de vedere, fracţiunea uşoară* a rocilor în care se găsesc. Astfel se vor descrie:

Micele: biotit, muscovit;

Cloritele: penin, clinoclor, chamosit, thuringit, greenalit;

Mineralele argiloase: caolinit, dickit, nacrit, halloyzit, illit, glauconit, nontronit, montmorillonit, vermiculit;

Feldspaţii: feldspaţi potasici, feldspaţi plagioclazi;

Zeoliţii: analcim, mordenit, heulandit, laumontit, phillipsit.

## A. MICE

### 1.7.1. MUSCOVIT

**Caractere în rocile sedimentare**

În rocile sedimentare reprezintă în exclusivitate un component detritic foarte stabil ce intră în alcătuirea fracţiunii uşoare (gr. sp. < 2,9).

Alogen. Apare ca lamele izolate sau agregate lamelare (tablete) cu conture hexagonale sau neregulate, în general incolore; uneori tonuri roz sau verzui. Prin hidratare poate deveni alb-argintiu. În concentratul insolubil, dimensiunile lamelelor sînt de 2—3 ori mai mari decît ale mineralelor cu care se asociază. Conţine frecvent incluziuni fine de cuarţ, apatit, rutil, turmalină şi zircon, care explică apariţia sa şi în fracţiunea grea; de asemenea incluziuni lichide şi gazoase.

Transformări: Rar, prin hidratare, trece în hidromice.

* Minerale cu gr. sp.>2,9 (alogene, autigene), alcătuiesc fracţiunea grea a rocilor sedimentare şi fac obiectul unui capitol separat („Minerale grele").

**Ocurenţă**

Mineral foarte răspîndit în aluviuni şi sedimentele litorale din zonele înguste ale plajelor. Alături de alţi constituenţi, se găseşte în roci detritice, psefitice şi psamitice; întîmplător, în roci carbonatice alohtone.

**Sursă**

Provine din roci magmatice acide (granite, granodiorite), din pegmatite şi din şisturi cristaline (micaşisturi, paragnaise, şisturi sericitoase, gnaise).

**Semnificaţii genetice**

Mineral cu caracter primar; studiul incluziunilor lui şi al stării de deformare poate da indicaţii asupra provenienţei sale. Poate indica o sedimentare litorală şi continentală; uneori un transport de către curenţi lenţi.

**Diagnostic**

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e (v. tabelul 14 şi fig. 1.34):

*Macroscopic:* luciul, lipsa culorii, caracterul lamelar şi clivajul perfect.

*N||, N+*: în ciuda valorii ridicate a refringenţei, lamelele izolate au culori de birefringenţă foarte scăzute, cenuşii, uneori chiar izotrope.

*LC:* 2V mic şi figură de interferenţă foarte caracteristică.

C o n f u z i i p o s i b i l e:

*Biotit decolorat:* 2V foarte mic sau uniax; PAO || (010).

*Flogopit:* PAO || (010), 2V mic.

*Caolinit:* birefringenţă mai scăzută, granulaţie foarte mică.

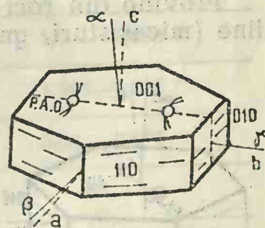


Fig. 1.34. Orientarea optică a muscovitului.

M e t o d e s p e c i f i c e:

*Reacţii în acizi:* insolubil.

*ATD:* un efect endotermic larg pe intervalul 750—950°C, corespunzător eliminării oxidrililor (un maxim la 850°C).

*RX:* distanţe reticulare ($d_Å$), intensităţi (*I*), indici (*hkl*), (Carver, 1971): 9,99—100—002; 4,99—53—004; 3,33—100—006; 2,56—27—131; 1,99—47—010; 1,504—40—060.

Intensitatea liniei $d_{(002)}$ variază cu raportul $Al^{3+} : Fe^{3+}$.

*IR:* benzi de absorbție caracteristice la 3 636 și 3 610 $cm^{-1}$; de asemenea la 467, 515, 997 și 1 072 $cm^{-1}$.

## 1.7.2. BIOTIT

### Caractere în rocile sedimentare

A l o g e n. Apare sub formă de agregate lamelare cu conture neregulate sau ca lamele de culoare brun-roșcată, brun-închis sau verde-oliv. Cristalele de biotit conțin adesea incluziuni de zircon, rutil acicular, xenotim, allanit, monazit, apatit, cuarț, feldspat, ilmenit și leucoxen, iar în funcție de natura acestora pot să-și modifice greutatea specifică.

T r a n s f o r m ă r i. Se alterează ușor, trecînd în clorit, vermiculit, illit, caolinit, montmorillonit. Prin pierderea Fe se poate decolora păstrîndu-și celelalte proprietăți optice. Prin hidratare capătă o culoare aurie strălucitoare.

### Ocurență

Se întîlnește în diverse tipuri de roci detritice: conglomerate, gresii; în unele bentonite; în aluviuni și sedimente recente, argile etc. (frecvent, cristalele sînt decolorate și hidratate și au conturele rotunjite; varietățile brune sînt mai stabile decît cele verzi).

### Sursă

Provine din roci de geneză diferită: corneene și șisturi cristaline (micașisturi, gnaise etc.); granite, granodiorite, diorite și mai puțin din rocile efuzive; din anumite tipuri de roci filoniene.

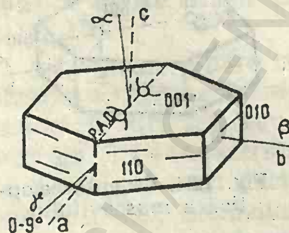



Fig. 1.35. Orientarea optică a biotitului

### Semnificații genetice

Caracter primar. Cristalele proaspete pot indica o proveniență (dezagregare) relativ recentă.

### Diagnostic

T r ă s ă t u r i   d i s t i n c t i v e (v. tabelul 14 și fig. 1.35):

*Macroscopic:* caracterul lamelar și clivajul perfect.

*N*||: culoare brună, pleocroism evident și uneori prezența aureolelor pleocroice în jurul incluziunilor de zircon.

*LC:* caracter pseudouniax.

C o n f u z i i  p o s i b i l e:

*Lepidolit:* culoare pală, refringență mai scăzută, colorează flacăra în roșu.

*Flogopit:* culoare pală, refringență mai scăzută.

*Stilpnomelan:* clivaj după două direcții.

*Tabelul 14*

**Proprietățile mineralelor din grupa micelor**

| Grupa | | Muscovit | Biotit |
|---|---|---|---|
| Formula<br>Sistemul | | $KAl_2[Si_3AlO_{10}(OH)_2]$<br>Monoclinic | $K(Mg, Fe)_3[Si_3AlO_{10}(OH)_2]$<br>Monoclinic |
| Forme de agregare | | agregate lamelare, paiete | agregate lamelare, paiete |
| Habitus | | lamelar-hexagonal | lamelar-hexagonal |
| Gr. sp. | | 2,77—2,88 | 2,77—3,3 |
| Duritate | | 2,5—3 | 2,5—3 |
| Clivaj | | (001) perfect | (001) perfect |
| N \|\| | Culoare | incolor | γ—brun închis; brun<br>α—galben; roșcat |
| | γ | 1,587—1,616 | 1,605—1,696 |
| | β | 1,582—1,610 | 1,605—1,696 |
| | α | 1,552—1,574 | 1,565—1,625 |
| N+ | δ | 0,035—0,042 | 0,04 —0,071 |
| | $C:\gamma$ | 0° | 0° |
| LC | 2V | $2V_\alpha = 30-47$ | $2V_\alpha = 0-25°$ |
| Reacții în acizi | | insolubil | descompus de $H_2SO_4$ |
| DTA | | ef. end.: 850°C | la 900°C elimină OH |
| RX | | 9,99 Å—100—002;<br>3,33 Å—100—006 | 10,1 Å—100—001;<br>3,37 Å—100—003 |
| IR | | 3,636, 3 610, 997, 467 $cm^{-1}$ | 988 și 449 $cm^{-1}$ |

M e t o d e  s p e c i f i c e:

*Reacţii în acizi:* slab solubil în HCl; se descompune complet în $H_2SO_4$ concentrat. Susceptibilitatea magnetică = $= 28—45 \cdot 10^{-6}$ u.e.m.CGS; este atras într-un cîmp corespunzător la 0,3—0,5 amperi.

*ATD:* gruparea OH este eliminată la o temperatură de 900°C (uneori la 1 050°C), funcţie de substituţiile izomorfe din reţea.

*RX:* intensitatea reflexelor bazale variază cu raportul $Mg : Fe^{+++}$; distanţe reticulare ($d_Å$), intensităţi ($I$) şi indici ($hkl$), (Carver, 1971): 10,1—100—001; 3,37—100—003; 2,66—80—130; 2,45—80—201; 2,18—80; 2,00—80; 1,67—80; 1,54—80.

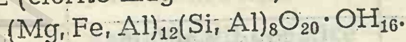
*IR:* benzi de absorbţie caracteristice la 988 şi 449 $cm^{-1}$.

## B. CLORITE

Cloritele reprezintă constituenţi frecvenţi ai rocilor sedimentare pelitice, fiind intim asociate cu minerale argiloase. Grupa cloritelor include multe minerale, care formează serii izomorfe, termenul de *clorit* fiind o denumire cu totul generală. Din cauza dimensiunilor mici ale cristalelor, identificarea lor specifică este de multe ori dificilă prin metode optice curente. Structurile stratificate mixte caracterizează mineralele acestei grupe şi apropie cloritele de mineralele argiloase; de aceea, metodele de studiu sînt de cele mai multe ori identice.

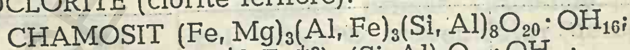
Din punct de vedere chimic se cunosc:

ORTOCLORITE (clorite magneziene)

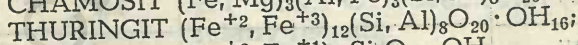


$(Mg, Fe, Al)_{12}(Si, Al)_8O_{20} \cdot OH_{16}$.

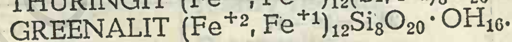
LEPTOCLORITE (clorite ferifere):



CHAMOSIT $(Fe, Mg)_3(Al, Fe)_3(Si, Al)_8O_{20} \cdot OH_{16}$;



THURINGIT $(Fe^{+2}, Fe^{+3})_{12}(Si, Al)_8O_{20} \cdot OH_{16}$;



GREENALIT $(Fe^{+2}, Fe^{+1})_{12}Si_8O_{20} \cdot OH_{16}$.

### a. ORTOCLORITE (clorite magneziene)

Mai frecvente în rocile sedimentare sînt *peninul* şi *clinoclorul*, descrise de obicei ca material cloritic. Prezentăm în continuare aspectele lor generale.

### Caractere în rocile sedimentare

A l o g e n. Se prezintă sub formă de lamele de culoare verde sau agregate lamelare cu marginile rotunjite. Forma agregatelor poate varia funcție de compoziție. Uneori este granular.

A u t i g e n. Cel mai adesea ca pseudomorfoze, căpătînd forme cristalografice improprii, lamele hexagonale, prismatic, masiv, substituții pe resturi organice. De asemenea, întîlnit ca fibre alungite dispuse perpendicular pe suprafața granulelor detritice (cuarț, minerale opace). Uneori, cloritul poate coroda aceste granule (fig. 1.36).

T r a n s f o r m ă r i. Prin oxidare trece în limonit și hematit.

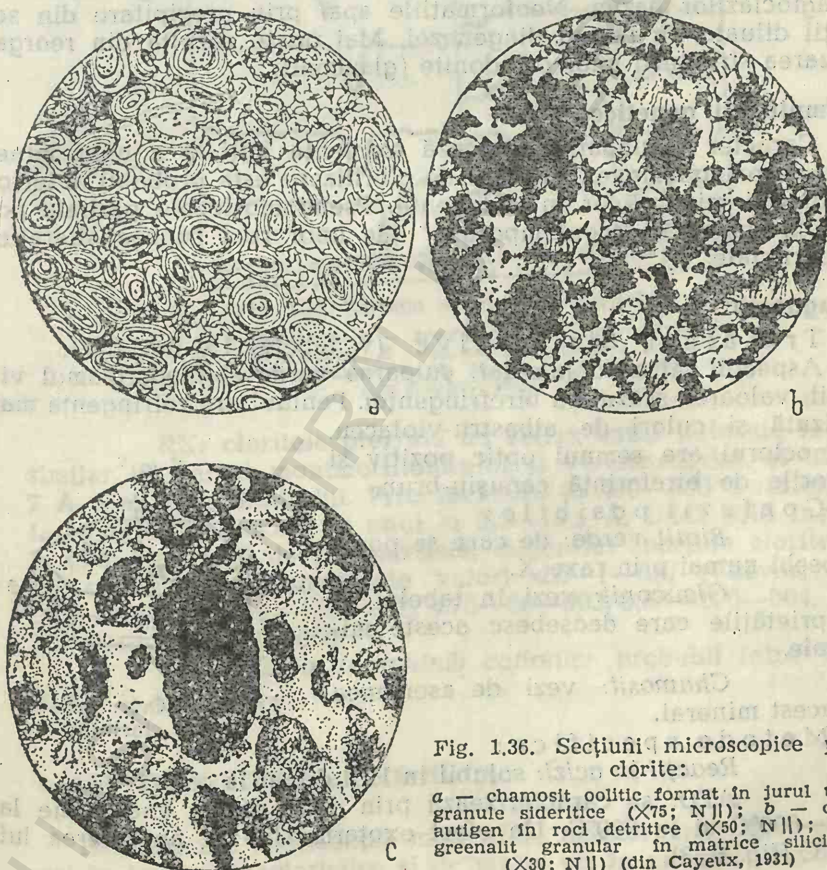



Fig. 1.36. Secțiuni microscopice prin clorite:

*a* — chamosit oolitic format în jurul unor granule sideritice (×75; N ||); *b* — clorit autigen în roci detritice (×50; N ||); *c* — greenalit granular în matrice silicioasă (×30; N ||) (din Cayeux, 1931)

### Ocurență

Cloritele detritice apar în aluviuni sau sedimente, alături de mineralele feromagneziene (biotit, hornblendă), dar mult subordonate cantitativ. În fracțiunea pelitică a solurilor este asociat cu vermiculitul. Autigen, în matricea unor graywacke, a unor roci piroclastice (pe sticlă vulcanică) sau substituind testuri de radiolari; imprimă culoarea verde unor jaspuri și radiolarite.

### Sursă

În aluviuni și sedimente provine din șisturi cloritoase sau din roci eruptive alterate (gabbrouri, diorite, andezite etc.). Se formează pe seama biotitului, amfibolilor, piroxenilor, granaților și plagioclazilor bazici. Neoformațiile apar prin precipitare din soluții diluate, în timpul diagenezei. Mai poate rezulta din reorganizarea structurii unor celadonite (glauconit).

### Semnificații genetice

Caracter secundar; sugerează existența inițială a unor minerale feromagneziene. Procesul de cloritizare este probabil anterior ajungerii mineralelor în sedimente. Pseudomorfozele parțiale pot indica schimbări „contemporane" ale unor roci supuse alterației superficiale.

### Diagnostic

T r ă s ă t u r i   d i s t i n c t i v e (v. tabelul 15, fig. 1.37):

Aspectul micaceu lamelar, culoarea verde și pleocroismul vizibil; valoarea scăzută a birefringenței. Peninul are refringența mai scăzută și culori de albastru-violaceu. Clinoclorul are semnul optic pozitiv și culorile de bireferință cenușiu-brun.

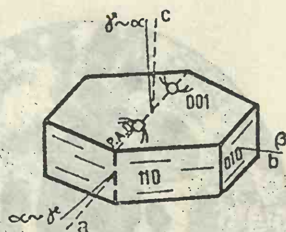


Fig. 1.37. Orientarea optică a cloritului

C o n f u z i i   p o s i b i l e:

*Biotit verde:* de care se poate deosebi numai prin raxe X.

*Glauconit:* vezi în tabelul 15 proprietățile care deosebesc aceste minerale.

*Chamosit:* vezi de asemenea la acest mineral.

M e t o d e   s p e c i f i c e:

*Reacții în acizi:* solubil în HCl diluat la cald.

*ATD:* se caracterizează prin două efecte endoterme la 550—600°C și la 800°C. Un efect exoterm slab în apropierea lui 800°C (fig. 1.38).

*TG:* deshidratarea are loc gradat, pînă la 520°C după care curba indică o pierdere termică (570°C). Deshidratarea completă se realizează în intervalul 850—900°C.

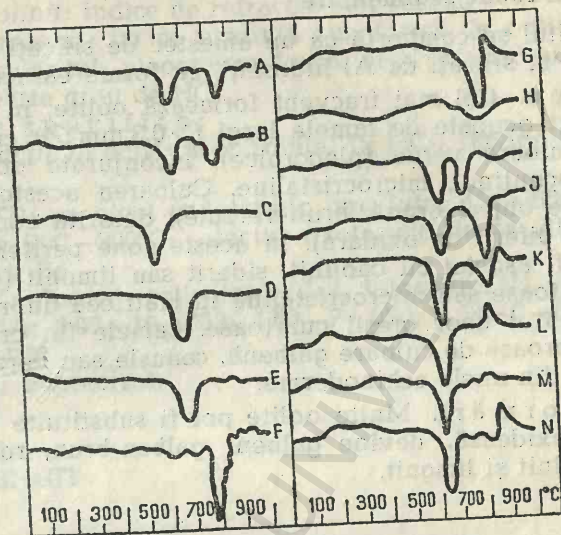



Fig. 1.38. Curbele termice ale cloritelor:
*A* — sheridonit; *B* — grochantit; *C* — thuringit; *D* — proclorit-clinoclor; *E* — clinoclor; *F, G, H, I, J* — clorite larg cristaline; *K, L, M, N* — clorite mojarate (din Strahov, 1957)

*RX:* cloritele prezintă un reflex bazal puternic la 14 Å, similar cu cel al montmorillonitului și vermiculitului, și unul la 7 Å, similar caolinitului. Prin încălzire la 400—500°C reflexul de la 14 Å este înlocuit cu unul la 9,5—10,5 Å. Dacă prin încălzire la 600°C reflexul de 7 Å persistă, mineralul aparține cloritelor și nu caolinitului; principalele valori *dÅ—I—hkl* (Carver, 1971): 14,2—80—001; 7,12—100—002; 4,75—80—003; 3,56—100—004; 2,55—50—201; 1,541—60—060.

*Capacitatea de schimb cationic:* probabil între 10—40 m.e./100 g.

## b. LEPTOCLORITE (clorite ferifere)

În domeniul sedimentar mineralele acestui grup apar de obicei în forme caracteristice și de multe ori în cantități importante.

### 1.7.3. CHAMOSIT

#### Caractere în rocile sedimentare

Chamositul se comportă ca un amestec de silicaţi de Fe şi Al, oxizi de Fe şi silicaţi de Al hidrataţi, cu forme caracteristice.

A u t i g e n. Cel mai frecvent formează oolite, în care părţile centrale sînt ocupate de lamele largi (>0,3 mm ∅) cu clivaj distinct, de culoare verde (pleocroice), înconjurate de zone concentrice discontinui, microcristaline. Culoarea acestor zone este variabilă (de obicei brună, brun-verzuie), datorită compoziţiei diferite (grad diferit de oxidare). În aceste zone periferice, chamositul poate fi asociat cu caolinit, siderit sau limonit (v. fig. 1.36). Mase pămîntoase sau microcristaline în matricea unor graywacke sau în cimentul unor gresii cuarţoase. Lamele fin cristalizate şi rar forme fibroase de culoare galbenă, cenuşie sau verzuie. Substituie calcitul din unele echinoderme.

T r a n s f o r m ă r i. Multe oolite pot fi substituite de calcit şi siderit. Se oxidează, devine galben, galben-brun, roşu, brun şi trece în caolinit şi limonit.

#### Ocurenţă

Constituent principal al minereurilor sedimentare de Fe (în formaţiunile caolinit-chamositice). În marne sideritice şi alte roci psefitice (v. caractere). În mîluri verzi (în stare amorfă). În lateritele gibbsitice, alături de minerale argiloase şi oxizi de fier.

#### Sursă

Provine prin precipitare în mediu marin (zone sărace în oxigen). Se formează şi pe seama biotitului.

#### Semnificaţii genetice

Caracter primar; diagenetic sau epigenetic.
Caracter secundar rezidual.
Reflectă un mediu slab oxidant.

#### Diagnostic

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e (v. tabelul 15):

*Macroscopic:* formele oolitice; culoarea verde închis, cenuşie.

*N*||: pleocroismul vizibil.

C o n f u z i i p o s i b i l e:

*Mice, illite, montmorillonite și vermiculite:* birefringență mai ridicată.

*Caolinit:* indice de refracție mai scăzut.

*Glauconit:* nu se prezintă sub formă de oolite și nu se asociază cu sideritul; pleocroism foarte slab (practic absent); este descompus foarte greu de HCl.

M e t o d e s p e c i f i c e:

*Reacții în acizi:* ușor solubil în HCl; rămîne un gel silicios.

*ATD:* un efect endotermic larg între 450—660°C și unul restrîns între 700—800°C; efectul exotermic de la 900°C corespunde oxidării Fe.

*RX:* distanțe reticulare *($d_Å$)*, intensități *(I)*, indici *(hkl)*, (Miheev, 1957): 6,93—10—002; 4,63—7—020; 3,59—9—004; 2,507—7; 1,556—5—060.

*IR:* neprecizat.

### 1.7.4. THURINGIT

Mineral rar în domeniul sedimentar.

Apare sub formă de agregate solzoase și mai rar ca oolite (probabil alături de chamosit) în minereuri. Întîlnit ca produs de alterare alături de chamosit și siderit.

Poate trece în limonit și hematit.

D i a g n o s t i c (v. tabelul 15).

### 1.7.5. GREENALIT

Este considerat un termen intermediar între glauconit și clorite. Se prezintă sub formă de granule colomorfe neregulate sau rotunjite de culoare verde închisă; uneori apare în depozite stratificate de silicați de Fe *(taconite)* (v. fig. 1.36). Prin oxidare trece în hematit.

Se consideră un produs de precipitare al reacției dintre silicea coloidală și sărurile feroase din mediul lacustru.

D i a g n o s t i c:

$N = 1,63—1,65$ — izotrop cu gr. sp. = 2,75.

*Tabelul 15*

**Proprietățile glauconitului și a mineralelor din grupa cloritelor**

| Mineralul | Glauconit | Clorit<br>Penin Clinoclor | Chamosit | Thuringit |
|---|---|---|---|---|
| Sistemul | Monoclinic | Monoclinic | Monoclinic | Monoclinic |
| Forme de agregare | agregate microcristaline; *granular* | agregate granulare; radiar<br>*agregate lamelare* masiv | mase pămîntoase microcristalin; *oolite* | *masiv*;<br>agregate lamelare |
| Habitus<br>Gr. sp.<br>Duritate<br>Clivaj | lamelar-hexagonal<br>2,4—2,95<br>2<br>(001) perfect | lamele-pseudo-hexagonale<br>2,6—3,3<br>2—3<br>(001) perfect | pseudohexagonal<br>3—3,5<br>3<br>(001) perfect | hexagonal<br>3,15—3,19<br>2,5<br>(001) bun |
| Culoare<br><br><br>γ<br>β<br>α | γ—verde-albăstrui<br>α—verde<br>1,614—1,641<br>1,614—1,641<br>1,592—1,610 | γ {verde / verde bleu<br>α—verzui<br>incolor<br>1,579—1,584<br>1,576—1,579<br>1,576—1,579 | γ—verde pal<br>α—galben<br>incolor<br>1,61—1,69<br>1,61—1,69<br>1,60—1,67 | γ—verde închis<br>α—incolor<br>1,665<br>1,665<br>1,653 |
| δ<br>Extincție<br>2V | 0,014—0,030<br>$C:\alpha=10°$<br>$2V_\alpha=0-20$ | 0,003 0,005<br>0° 0—8°<br>$2V_\alpha=0-5°$ $2V_\alpha=0-40°$ | 0,010—0,020<br>0°<br>$2V_\alpha$ =pseudouniax | 0,012<br>0°<br>2V |
| Reacții specifice<br>ATD<br><br>RX | solubil în HCl 24%<br>ef. end. 150, 590, 990°C<br>10 Å—100—001;<br>2,59 Å—100—130 | solubil în HCl<br>ef. end. 550, 600, 800°C<br>14 Å—100—001;<br>7 Å—100—002 | solubil ușor în HCl<br>ef. end. 450—660; 700—800°C<br>6,93 Å—10—002;<br>3,59 Å—9—004 | solubil ușor în HCl<br>ef. end. 600°C<br>6,8 Å—10—002<br>1,552—10—060 |

# C. MINERALE ARGILOASE

Sub numele de „minerale argiloase" se descriu de obicei hidroxisilicaţii de Al cristalizaţi în sistemul monoclinic, care intră cu precădere în constituţia „argilelor" şi rocilor argiloase.

Proprietăţile comune acestui grup sînt:

— Structura stratificată determinată de combinarea într-un plan reticular a două nivele cationice (unităţi structurale): 1) nivelul în care siliciul apare în coordinaţie tetraedrică cu O·OH= =nivel tetraedric (Te); 2) nivelul în care aluminiul apare în coordinaţie octaedrică cu O·OH=nivel octaedric (Oc).

— Dimensiunile foarte mici ($<2\ \mu \rightarrow$ dim. coloidale) ale particulelor care formează agregate lamelare, cu posibilităţi de reţinere a apei între planele reticulare.

— Apariţia, de obicei, sub forma unor amestecuri intime de diferite faze mineralogice.

Mineralele argiloase prezintă în acelaşi timp o serie de proprietăţi caracteristice, determinate de:

— distanţele variabile între planele reticulare şi, ca o consecinţă, reflexe bazale specifice;

— capacitatea de deshidratare, comportarea la încălzire şi produsele de descompunere obţinute;

— capacitatea de schimb cationic în spaţiile dintre planele reticulare;

— capacitatea de absorbţie a apei şi compuşilor organici (coloranţi) care determină expandări (gonflări) diferite şi respectiv reacţii cromatice specifice;

— capacitatea de absorbţie în infraroşu.

Proprietăţile optice şi forma cristalelor, în măsura în care acestea pot fi observate (microscopul polarizant şi cel electronic) se adaugă seriei de proprietăţi ce caracterizează speciile de minerale argiloase.

## CLASIFICAREA MINERALELOR ARGILOASE

Clasificarea, adoptată de cei mai mulţi cercetători, are drept criteriu de bază gruparea mineralelor argiloase cristalizate în funcţie de structura lor, adică:

— de raportul dintre unităţile structurale în reţea: nivel tetraedric *Te* şi nivel octaedric *Oc*;

— de distanţa între două plane reticulare învecinate (reflexul bazal); $d_{(001)}=7$ Å, 10 Å, 15 Å,

| *Clasa* | *Mineralul* | *Formula chimică* |
|---|---|---|
| CANDITE (grupul caolinitului) 1 *Te* : 1 *Oc*; $d_{(100)}=7$ Å | CAOLINIT | $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$ |
| | DICKIT | $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$ |
| | NACRIT | $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$ |
| | HALLOYSIT | $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8 \cdot 4H_2O(d_{(001)}=10$ Å) |
| ILLITE 2 *Te* : 1 *Oc*; $d_{(001)}=10$ Å | ILLIT | $Al_2Si_{4-x}Al_xO_{10}(OH)_2 \cdot K_x$[1] |
| | Hidromice[2] | $(K, Na, Ca)_2(Fe^{+3}, Al, Fe^{+2}, Mg)_4$ |
| | GLAUCONIT[2] | $(Si, Al)_8O_{20}OH_4 \cdot nH_2O$ |
| SMECTITE (grupul montmorillonitului) 2 *Te* : 1 *Oc*; $d_{(001)}=15$ Å | MONTMORILLONIT | $(Al, Mg, Fe)_2(Si, Al)_4O_{10}(OH)_2 \cdot (Ca, Na)_x \cdot 4H_2O$ |
| | BEIDELIT | $Al_2(Si_{4-x}Al_x)O_{10}(OH)_2 \cdot (Ca, Na)_x$[1] |
| | NONTRONIT | $(Fe^{3+}, Al)_2(Si_{4-x}Al_x)O_{10}(OH)_2 \cdot (Ca, Na)_x$[1] |
| VERMICULITE 2 *Te* : 1 *Oc*; $d_{(001)}=14{,}4$ Å | VERMICULIT | $(R^{3+}_y + R^{2+}_{3-y})(Si_{4-x}Al_x)O_{10}(OH)_2 \cdot Mg_{x-y}$ |

[1] Cationi interplenari schimbabili.
[2] Mineral cu structură de mică; în unele clasificări descris la mice.

## METODE DE STUDIU PENTRU MINERALELE ARGILOASE*

Studiul propriu-zis al mineralelor argiloase impune o pregătire prealabilă a probelor, în scopul obținerii unor agregate pure (de dorit monominerale). Astfel, pentru separarea mineralelor argiloase dintr-o rocă consolidată sau mobilă sînt necesare următoarele operațiuni (vezi și fig. 1.39)**:

1) dezagregarea eșantionului prin sfărîmarea și dispersarea materialului;

2) sitarea și îndepărtarea fracțiunii $> 62\ \mu$;

3) dispersarea în apă, centrifugarea și decantarea materialului $< 62\ \mu$;

4) reținerea fracțiunii argiloase*** $< 2\ \mu$ (în cazul floculării materialului se efectuează o spălare repetată urmată de separarea la

* Nu se face o prezentare propriu-zisă a metodelor (principii, aparatură, mod de lucru) ci se insistă asupra condițiilor de lucru în cazul mineralelor argiloase, limitele și aplicabilitatea metodei la aceste minerale, precum și rezultatele metodelor.

** Detalii privitoare la mersul operațiunilor sînt date în lucrări referitoare la analiza granulometrică.

*** În clasificările granulometrice pentru particule $< 2\mu$ termenul „argilos" este echivalent cu cel „pelitic".

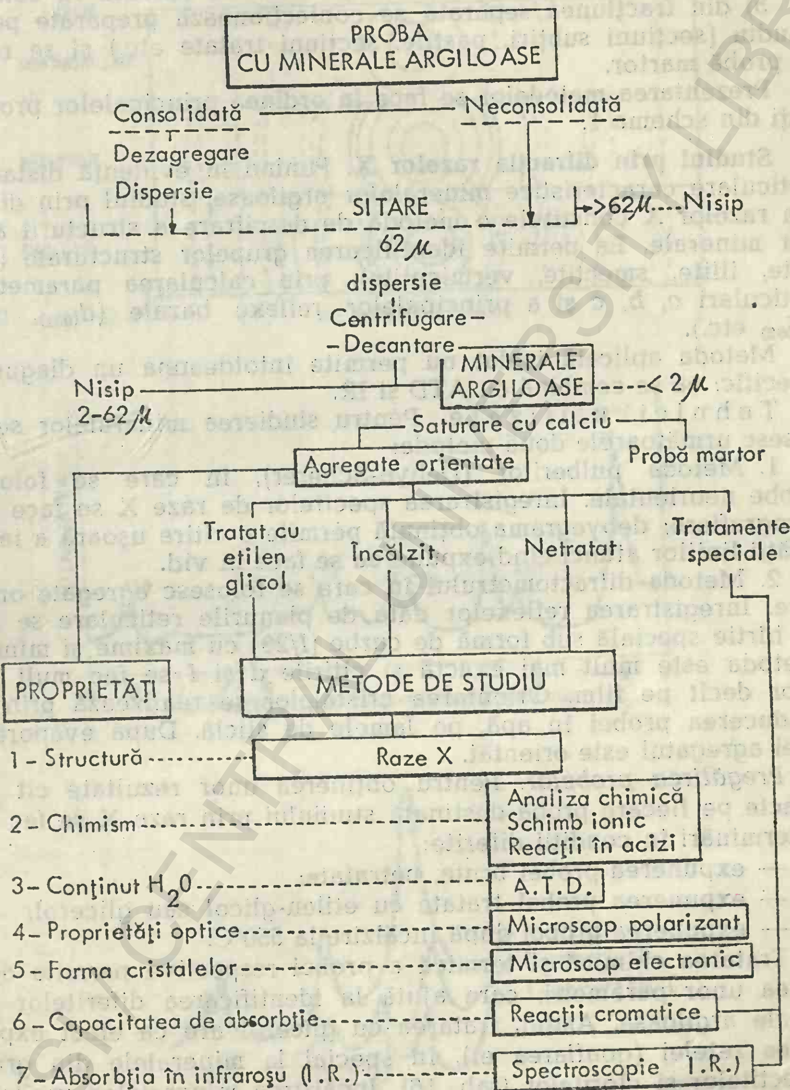



Fig. 1.39. Schema de separare a mineralelor argiloase şi metodele lor de studiu

centrifugă sau adăugarea cîtorva picături de amoniu în soluţie);

5) din fracţiunea separată se confecţionează preparate pentru studiu (secţiuni subţiri, pastile, secţiuni tratate etc.) şi se reţine o probă martor.

Prezentarea metodelor se face în ordinea principalelor proprietăţi din schema 1.

**Studiul prin difracţia razelor X.** Punînd în evidenţă distanţele reticulare caracteristice mineralelor argiloase, studiul prin difracţia razelor X constituie o metodă de descifrare a structurii acestor minerale. Ea permite identificarea grupelor structurale (candite, illite, smectite, vermiculite), prin calcularea parametrilor reticulari *a, b, c* şi a principalelor reflexe bazale ($d_{(001)}$, $d_{(002)}$, $d_{(003)}$ etc.).

Metoda aplicată izolat nu permite întotdeauna un diagnostic specific; ea se combină cu ATD şi IR.

T e h n i c i  u t i l i z a t e. Pentru studierea mineralelor se folosesc următoarele două metode:

1. Metoda pulberilor (Debye-Scherer), în care se folosesc probe neorientale. Înregistrarea spectrelor de raze X se face prin fotografiere; debyegrama obţinută permite o citire uşoară a intensităţii liniilor atunci cînd expunerea se face în vid.

2. Metoda difractometrului în care se folosesc agregate orientate. Înregistrarea reflexelor date de planurile reticulare se face pe hîrtie specială sub formă de curbe ($I/2\theta$) cu maxime şi minime. Metoda este mult mai exactă şi citirile *d* şi *I* se fac mult mai uşor decît pe film. Orientarea cristalelor se realizează prin introducerea probei în apă, pe lamele de sticlă. După evaporarea apei agregatul este orientat.

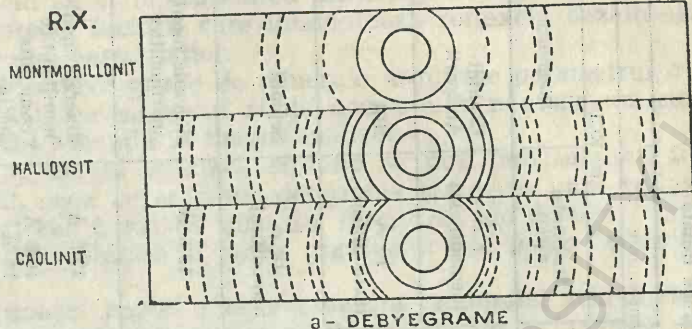
*Pregătirea probelor.* Pentru obţinerea unor rezultate cît mai exacte pe fiecare probă destinată studiului prin raze X se fac trei determinări în condiţii diferite:

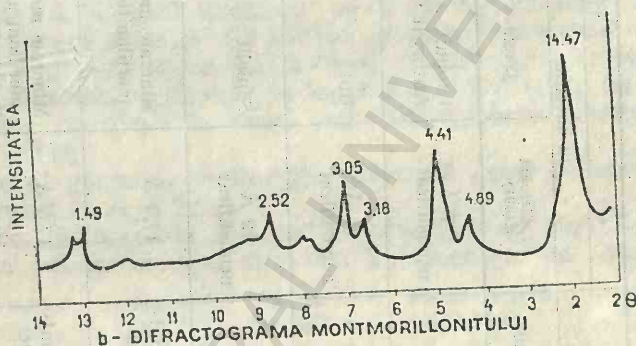
— expunerea probei brute, netratate;

— expunerea probei tratate cu etilen-glicol sau glicerol;

— expunerea probei după încălzire la 550°C.

Tratarea chimică şi termică a probei respective permite obţinerea unor parametri, care ajută la identificarea diferitelor minerale argiloase. Astfel, tratarea cu glicerol are ca efect expandarea reţelei (gonflarea ei), în special la mineralele din grupa smectitelor şi cloritelor (tab. 16). Încălzirea mineralelor argiloase provoacă un fenomen invers, de reducere a distanţelor reticulare. Valorile $d_{(001)}$, $d_{(002)}$ obţinute la diferitele minerale după tratamentul chimic sau termic pot servi la identificarea lor.



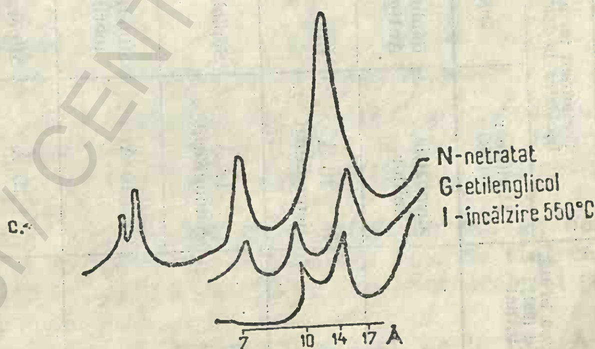




Fig. 1.40. Alura diagramelor RX pentru diferite minerale argiloase

*Tabelul 16*

**Valorile d(001) Å pentru minerale argiloase în probă brută şi probă tratată**

| Probă brută d (001) inițial | Tratament termic Încălzire la 550°C | | Tratament chimic | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | cu glicerol | | cu KCl | |
| | Modificări* d(001) | Diagnostic | Modificări d(001) | Diagnostic | Modificări d(001) | Diagnostic |
| 7 Å | dispoziția liniilor | Caolinit Antigorit | 7 Å nemodificat | Caolinit Antigorit | 7 Å (nemodificat) | Caolinit Antigorit |
| 10 Å | 10 Å nemodificat | Illit | 10 Å nemodificat | Illit | 10 Å (nemodificat) | Illit |
| 12 Å | 12 Å nemodificat | Sepiolit | 12 Å nemodificat | Sepiolit | 12 Å nemodificat | Sepiolit |
| | 10 Å | Minerale montmorillonitice | 17,5 Å | Minerale montmorillonitice | 12,5 Å | Minerale montmorillonitice |
| 14 Å | 10 Å<br>10 Å<br>14 Å | Minerale montmorillonitice<br>Vermiculit<br>Clorite | 17,5 Å<br>16 Å<br>14 Å | Minerale montmorillonitice<br>Vermiculit<br>Clorite | 12,5 Å<br>10,5 Å<br>14 Å | Minerale montmorillonitice<br>Vermiculite<br>Clorite |

* În raport cu proba brută

La citirea și interpretarea difractogramelor trebuie să se aibă în vedere și factorii care influențează reflexele bazale ale mineralelor argiloase. Astfel:

— în cîteva grupe de minerale argiloase parametrul c variază cu umiditatea mediului și de aceea este necesar un control al umidității acestuia în timpul analizei;

— în timpul analizei, stratele se pot deplasa unul în raport cu altul, ceea ce ar putea determina ștergerea unor reflexe (apar în acest caz benzi de difracție lărgite în loc de benzi fine);

— dimensiunile și forma granulelor pot și ele influența rezultatele;

— uneori poate interveni natura cationului schimbabil.

*Recomandări.* Pentru a distinge grupele structurale de minerale argiloase se fac următoarele recomandări:

C a n d i t e. Grupul structural se poate separa ușor; mult mai dificil se separă speciile din cadrul grupului. Structura canditelor se poate confunda cu a mineralelor cloritice pentru care sînt, însă, caracteristice reflexele de la 14 Å și 4,7 Å (care nu sînt însă întotdeauna vizibile). În acest caz sînt necesare metode suplimentare (ATD).

În cadrul grupului, halloysitul prezintă două reflexe caracteristice pentru 10 Å și 2,5 Å.

I l l i t e. Mineralele din cadrul grupului se identifică dificil, din cauza existenței unor structuri intermediare de tipurile:

| *Mineralul* | *Reflexul* | *Probă netratată* | *Probă tratată cu glicerol** | *Probă încălzită* |
|---|---|---|---|---|
| illit-vermiculit | $d_{(001)}$ | 12 Å | 12 Å | 10 Å |
| illit-clorit | $d_{(001)}$ | 12 Å | 12 Å | 12 Å |
| illit-montmorillonit | $d_{(001)}$ | 12 Å | 14 Å | 10 Å |

* metode aplicate pentru diagnosticul acestor minerale

S m e c t i t e. Mineralele din această grupă prezintă un singur reflex important $d_{(001)}$ influențat de cationul interschimbabil. Astfel, mineralele cu Na au $d_{(001)}$ la 12 Å, iar mineralele cu Ca au $d_{(001)}$ la 15 Å.

Smectitele mai prezintă două tipuri de reflexe bazale, unele care variază cu gradul de hidratare și care nu sînt caracteristice și unele care nu depind de apă și care sînt aceleași pentru toate mineralele.

V e r m i c u l i t e. Reflexul principal, de la 13,5 Å se apropie de cel al cloritelor, dar acestea din urmă prezintă în plus două reflexe clare la 7,1 Å și la 4,7 Å.

Tratarea cu glicerol şi încălzirea determină reflexe caracteristice (vezi tabelul 16). Pentru a preîntîmpina gonflarea vermiculitului prin tratare cu glicerol şi pentru a evita confuzia cu montmorillonitul, proba se tratează în paralel cu $MgCl_2$.

**Analiza termică.** Metoda se bazează pe modificările chimice şi fizice pe care le suferă mineralele argiloase prin încălzire. În funcţie de temperatura de încălzire, principalele efecte sînt:

— pierderea apei interstratificate la temperaturi scăzute;

— distrugerea reţelei mineralului şi apoi reorganizarea ei într-o fază minerală nouă, în cazul temperaturilor ridicate.

Metoda permite identificarea mineralelor care conţin oxidril (OH) sau apă moleculară ($n H_2O$) şi aprecieri în legătură cu modul de pierdere a apei din reţea (brusc sau lent). Oferă indicaţii privind comportarea mineralelor argiloase la încălzire (deshidratare şi reorganizare a reţelei) şi indirect, aprecieri legate de structura acestora (în acest caz prin corelaţie cu datele RX).

De multe ori metoda poate avea un caracter diagnostic, dar se recomandă a se aplica combinat cu RX şi IR.

a) Pierderea apei de către mineralele argiloase se poate înregistra sub forma unor curbe de deshidratare caracteristice, pe care se poate citi pierderea în greutate, funcţie de temperatură.

b) Analiza termică diferenţială (ATD)[1] se bazează pe măsurarea efectelor încălzirii la temperatură ridicată, a unor minerale sau amestecuri de minerale argiloase comparativ cu o substanţă inertă ($Al_2O_3$)[2]. Majoritatea mineralelor argiloase prezintă reacţii endoterme şi exoterme caracteristice unor intervale de temperatură bine definite, care apar pe curbele respective sub formă de maxime endo- şi exoterme (fig. 1.41).

Alura curbelor termice, deci posibilitatea de identificare a mineralelor pe baza acestora, este influenţată de factori „tehnici" şi „calitativi" care trebuie cunoscuţi pentru fiecare analiză în parte.

Factorii tehnici:

— poziţia termocuplurilor;
— viteza de încălzire („rata" încălzirii);
— atmosfera cuptorului.

---

[1] În limba engleză DTA (Differential Thermal Analysis).

[2] Măsurătorile se fac cu un termocuplu, iar rezultatele sînt înregistrate automat cu aparate numite „derivatografe". Acestea permit înregistrarea simultană a curbelor termogravimetrice (TG) pentru pierderea în greutate a probei, termodiferenţiale (DTA) şi termogravimetrice diferenţiale (DTG).

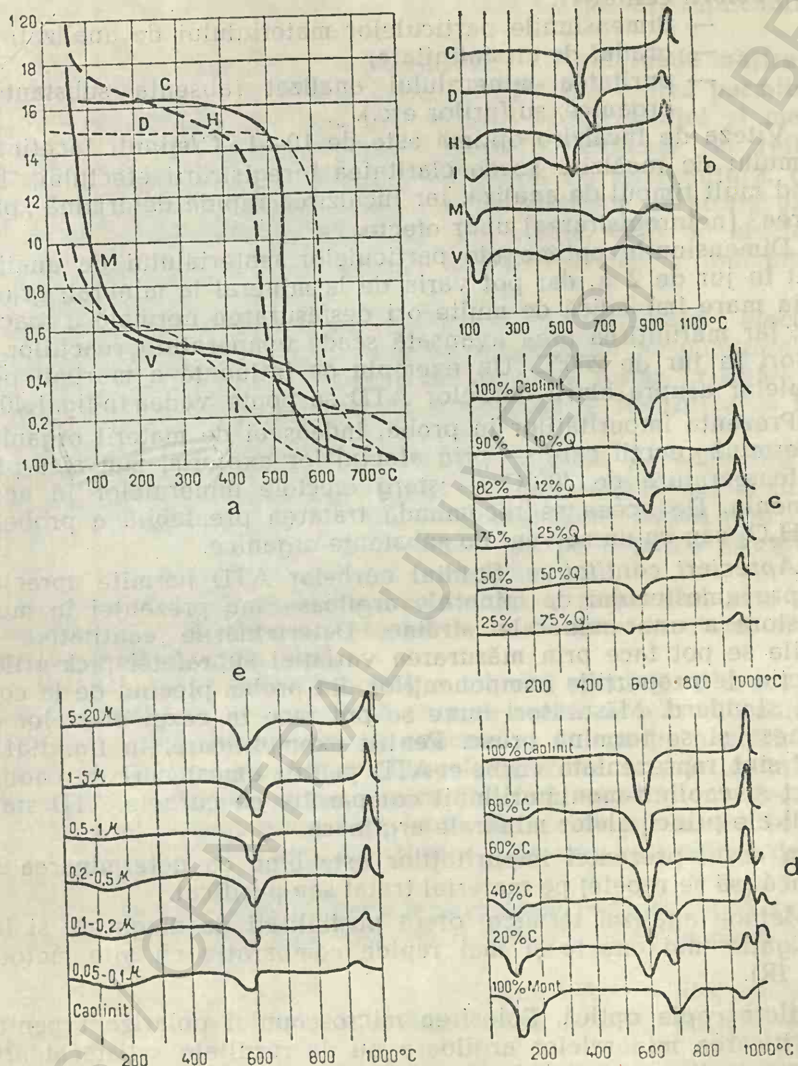



Fig. 1.41. Comportarea mineralelor argiloase la analiza termică:

*a* — curbe termogravimetrice; *b* — curbe termice diferenţiale (ATD); *c* — influenţa impurităţilor de cuarţ într-o probă de caolinit asupra alurii curbelor ATD; *d* — curbe ATD pentru diverse amestecuri de caolinit şi montmorillonit; *e* — influenţa granulaţiei asupra alurii curbelor ATD la caolinit (din Milner, 1962 şi Strahov 1957)

Factorii calitativi:
- — dimensiunile particulelor materialului de analizat;
- — gradul de cristalinitate;
- — puritatea mineralului analizat (absenţa substanţelor organice, sulfurilor etc.).

Viteza de încălzire optimă este de 10—15°C/minut; încetinirea ritmului de încălzire scade claritatea înregistrării efectului, lungind mult timpul de analiză, iar încălzirea rapidă determină „pierderea" (neînregistrarea) unor efecte.

Dimensiunile optime ale particulelor materialului de analizat sînt în jur de 2 μ, dar pot varia de la mineral la mineral; granulaţia mare împiedică de multe ori desfăşurarea normală a reacţiilor, iar mărunţirea prea avansată scade temperatura reacţiilor cu valori în jur de 200°C. Un exemplu de influenţă a mărimii particulelor asupra alurii curbelor ATD se poate vedea în fig. 1.40, e.

Prezenţa impurităţilor în probă, îndeosebi de materii organice, determină reacţii care — prin efectul lor exoterm, mai ales pînă la temperatura de 400°C — şterg efectele mineralelor în acest domeniu. De aceea se recomandă tratarea prealabilă a probelor cu $H_2O_2$ sau cu un solvent de substanţe organice.

*Aprecieri cantitative.* Studiul curbelor ATD permite aprecieri asupra amestecului de minerale argiloase sau prezenţei în masa acestora a unor minerale străine. Determinările cantitative în argile se pot face prin măsurarea variaţiei suprafeţei pick-urilor, funcţie de proporţiile componenţilor din probă, plecînd de la condiţii standard. Măsurători bune se pot face în cazul efectelor ce pornesc şi se termină brusc. Pentru exemplificare, în fig. 1.41, *c* şi *d* sînt reprezentate curbele ATD pentru amestecuri de caolin-cuarţ şi caolinit-montmorillonit comparativ cu curbele ATD standard[1] ale principalelor minerale argiloase.

În cazul prezenţei impurităţilor este bine ca determinarea să se facă (să se repete) pe material tratat sau purificat.

Metoda analizei termice oferă posibilităţi de diagnoză şi investigaţie mai exacte şi mai rapide comparativ cu alte metode (RX, IR).

**Microscopia optică.** Folosirea microscopului polarizant pentru identificarea mineralelor argiloase nu dă rezultate satisfăcătoare, din cauza dimensiunilor foarte mici ale cristalelor şi datorită pătrunderii lichidelor de imersie în spaţiile interstratale. Pentru aceste motive, proprietăţile optice, singure, nu pot avea valoare

---

[1] Efectele termice sînt discutate la descrierea fiecărui mineral argilos.

de diagnostic, iar metoda — ca atare — nu are aplicabilitate largă.

Totuşi, în cazul folosirii obiectivelor cu putere de mărire ridicată, pe cristalele cele mai mari, microscopia optică permite observarea indicelui de refracţie, culorii, birefringenţei şi mai rar a unghiului 2V. Dintre aceşti parametri, indicele de refracţie este cel mai variabil, putînd fi influenţat de temperatură, conţinutul de apă, de prezenţa $Fe_2O_3$ şi de numărul de strate expandabile din structura mineralului. De obicei, cînd se efectuează această încercare, se estimează valoarea medie a indicelui de refracţie.

**Microscopia electronică.** Folosirea microscopului electronic permite studiul formei şi suprafeţei particulelor de minerale argiloase. Pentru anumite categorii de minerale forma cristalelor reprezintă o trăsătură distinctivă, care ajută la identificarea mineralelor.

Microscopul electronic utilizează fascicule de electroni care cad cu viteze foarte mari pe mineralul de cercetat, plasat în interiorul unei camere cu vid. Fascicolul este făcut vizibil prin recepţionarea sa pe un ecran fluorescent sau pe o placă fotografică, unde este prins numai conturul cristalelor.

Pentru detaliile suprafeţei particulelor, preparatul este supus metalizării (prin expuneri prealabile la un flux de atomi ai unor metale grele — crom, aur).

Prepararea probelor necesită o tehnică specială: din suspensii foarte diluate se ia o picătură care se aşază pe o membrană subţire de colodiu. În continuare, pelicula se culege pe o grilă, lichidul se evaporă şi apoi se realizează umbrirea sa prin metalizare. Preparatul este apoi supus observaţiei (mărire şi fotografiere).

Cu microscopul electronic particulele sînt mărite de la 3 000 la 15 000 ori, iar în cazul fotografierii lor, se obţin măriri de pînă la 75 000 ori.

Este recomandabil ca formele particulelor observate să se compare cu imaginile mărite ale cristalelor din atlasele de minerale argiloase (fig. 1.42).

Se menţionează că din cauza deshidratărilor în vid, mineralele care conţin molecule de apă slab legată nu dau imagini semnificative.

**Reacţii cromatice.** Capacitatea mineralelor argiloase de a adsorbi în mod diferenţiat coloranţi organici serveşte ca o proprietate complementară în identificarea acestora. Metoda permite identificarea unui număr relativ restrîns de minerale (grupe de minerale) argiloase prin colorare specifică.

Reacţiile cromatice pe minerale argiloase sînt influenţate de mediul în care se produce colorarea (acid sau alcalin) şi de capacitatea de schimb ionic a mineralelor respective. Reacţiile cromatice reprezintă efectul unor reacţii acid-bază şi a proceselor de oxido-reducere.

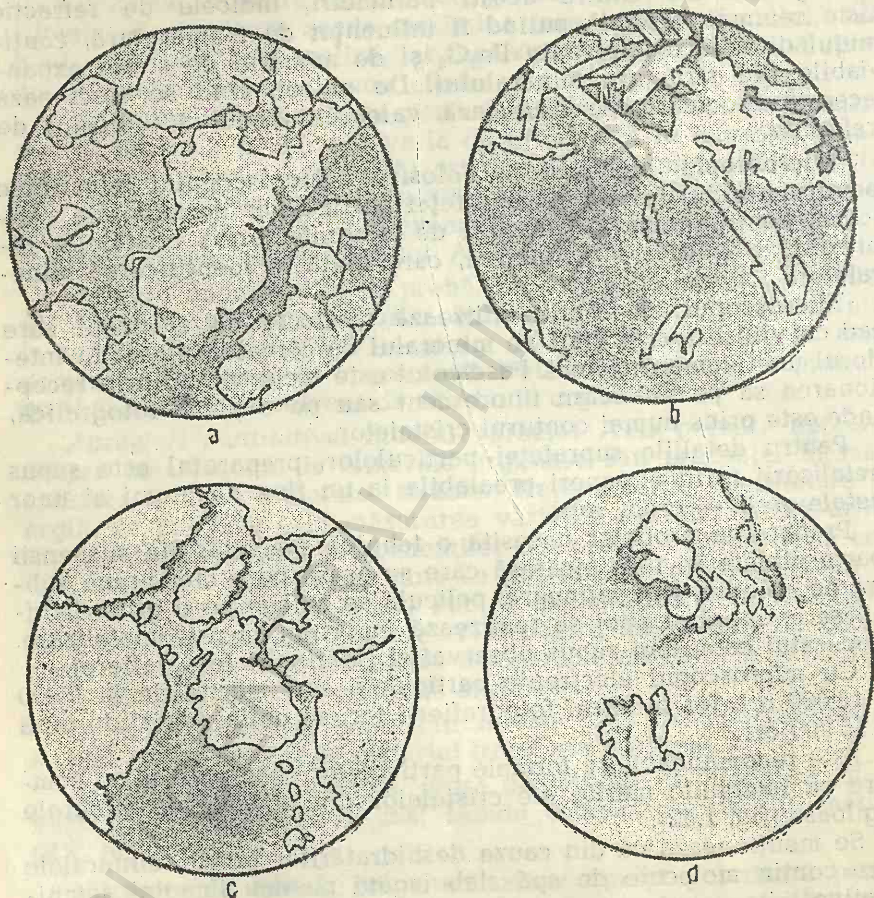



Fig. 1.42. Minerale argiloase — imagini la microscopul electronic: *a* — caolinit; *b* — halloysit; *c* — illit; *d* — montmorillonit (din Milner, 1962)

Colorarea materialului se face în suspensii, prin tratare cu soluţie colorantă în procente egale (pentru reacţiile cromatice se sortează porţiunile decolorate ale mineralelor argiloase).

Coloranţii cei mai des folosiţi sînt: benzidina, safranin-y, verde de malachit şi albastru de metilen. Culorile suspensiilor de diferite minerale argiloase obţinute după tratarea cu aceşti coloranţi sînt date în tabelul 17.

*Tabelul 17*

**Reacţii cromatice pentru mineralele argiloase**

| Mineralul | M: neutru material netratat | M: acid | | M: alcalin | |
|---|---|---|---|---|---|
| | C: benzidin | C: safranin — y | C: verde malachit | C: albastru de metilen | |
| Caolinit | nu reacţionează | purpuriu, pleocroism variabil | verde, bleu-verde, pleocroism, variabil | violet deschis | violet deschis |
| Halloysit | nu reacţionează | pete purpurii, fără pleocroism | coloraţie în pete, fără pleocroism | — | — |
| Dickit | nu reacţionează | nu reacţionează slab pleocroic | nu reacţionează slab pleocroic | — | — |
| Nacrit | nu reacţionează | „ | „ | — | — |
| Illit | nu reacţionează | roşu-purpuriu | verde-bleu | albastru-violet | bleumarin |
| Montmorillonit | purpuriu-bleu | purpuriu-bleu | galben-roşu gălbui | albastru-verde | bleumarin |
| Nontronit | bleu-verde | roşu-purpuriu | verde-bleu | — | — |
| Beidelit | — | — | — | verde-deschis | verde închis |

M=mediul; C=colorantul

Ca o reacţie suplimentară colorării, adsorbţia albastrului de metilen este uneori folosită pentru aprecierea capacităţii de schimb cationic.

**Spectroscopia de absorbţie în infraroşu.** Este o metodă relativ recentă care permite identificarea mineralelor argiloase, estimări cantitative şi investigaţii structurale de mare detaliu (descifrarea legăturilor Si—O, Al—O—H, —OH etc.).

Capacitatea mineralelor argiloase de a absorbi radiaţiile infraroşii este o proprietate caracteristică şi se datoreşte corespondenţei dintre lungimea de undă a radiaţiilor infraroşii (2,5—25 μ) şi lungimea de undă a vibraţiilor moleculare, atunci cînd ele interacţionează. Absorbţia energiei radiante de către moleculele mineralelor poate fi măsurată prin sisteme fotometrice[1].

Absorbţia este caracteristică pentru anumite grupări moleculare din cadrul structurii şi poate fi folosită ca indicator al prezenţei anumitor tipuri de legături.

Spectrele de absorbţie ale mineralelor argiloase se aseamănă cu spectrul micelor, avînd însă şi cîteva benzi caracteristice. Astfel: banda de la 1 000 $cm^{-1}$ se dublează în cazul argilelor, iar benzile de 1 111 şi 909 $cm^{-1}$ devin specifice pentru întregul grup.

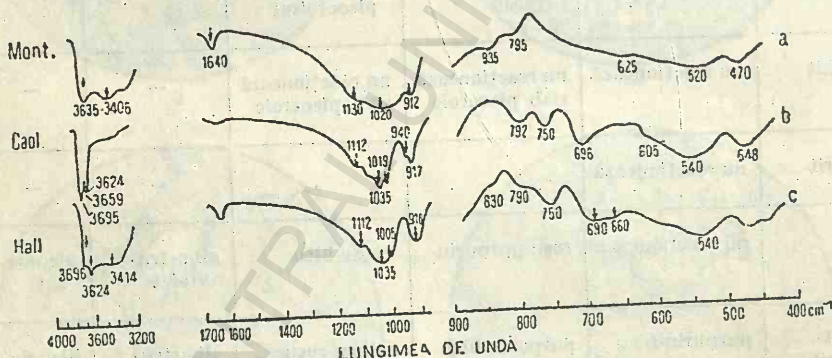



Fig. 1.43. Spectrele de absorbţie în infraroşu (IR) ale principalelor minerale argiloase:
*a* — montmorillonit; *b* — caolinit; *c* — halloysit (din Zussman, 1967)

Spectrele obţinute suferă anumite modificări datorită variaţiilor de structură a mineralelor şi substituţiilor izomorfe.

Variaţiile structurale determină benzi caracteristice pentru fiecare grup de minerale argiloase (candite, illite, smectite) (fig. 1.43).

---

[1] Aparatele se numesc spectrofotometre de absorbţie în infraroşu; ele înregistrează pe diagrame, spectrul de absorbţie (benzile de absorbţie) în infraroşu (IR) al mineralului care este funcţie de transmisia probei în % şi de lungimea de undă a radiaţiilor. Probele de analizat, în prealabil se pastilează în ulei de parafină sau pulbere de KBr.

Substituţiile izomorfe din reţelele cristaline determină modificări în poziţia şi intensitatea benzilor (în special în cazul smectitelor):

— la montmorillonit substituţia $Mg^{2+}$ din poziţiile octaedrice face ca spectrul mineralului să se asemene cu al beidelitului; introducerea cationilor de $Mg^{2+}$ afectează banda H—O—Al de la 935 $cm^{-1}$ (care devine mai puţin clară) şi deplasează spre frecvenţe mai înalte banda Si—O—Al de la 533 $cm^{-1}$;

— la beidelite, introducerea $Al^{3+}$ tetraedric determină înlocuirea benzii 806 $cm^{-1}$ cu două benzi mai slabe (753 şi 820 $cm^{-1}$).

În general, substituţia cationilor trivalenţi din poziţiile tetraedrice ale mineralelor argiloase determină deplasarea benzii $SiO_2$ către frecvenţe mai scăzute, independent de natura cationilor cu coordinaţie octaedrică.

În cazul amestecurilor de minerale, benzile individuale se pot suprapune.

Identificarea mineralelor cu ajutorul acestei metode se face prin compararea cu spectre standard. În anumite condiţii, metoda poate fi utilizată pentru determinări cantitative de minerale cu structuri interstratificate. De obicei se foloseşte alături de alte metode (ATD şi RX), în special pentru studii de detaliu ale structurii.

## DESCRIEREA MINERALELOR ARGILOASE

### 1.7.6. CAOLINIT

#### Caractere în rocile sedimentare

A u t i g e n. Se întîlneşte în mase compacte de culoare albă formate din agregate granulare sau lamelare. Mai rar formează agregate vermiculare sau în rozete. Comparativ cu alte minerale argiloase apare mai larg cristalizat, dar aproape totdeauna sub dimensiuni determinabile optic. Relativ frecvent ca pigment la suprafaţa unor minerale aluminoase.

T r a n s f o r m ă r i. În anumite condiţii poate trece în minerale bauxitice (diaspor, gibbsit).

#### Ocurenţă

Mineral frecvent în solurile cu *p*H acid: soluri brune levigate, soluri feralitice; întîmplător în cernoziomuri. Apare ca produs de alteraţie superficială a rocilor sărace în Ca şi Na din domeniul continental, asociat cu halloysit şi montmorillonit. Intră în consti-

tuția unor argile caolinitice sub formă de cristale vermiculare învelite de caolinit microcristalin; uneori aspecte nodulare. În matricea unor gresii arcoziene apare mai larg cristalizat în timp ce în argilele cu conținut de substanță organică cristalele au dimensiuni foarte mici. În depozitele vechi (paleozoice, prepaleozoice) este mult mai puțin răspîndit.

**Sursă**

Provine din alterarea alumosilicaților săraci în Ca și Na: feldspați potasici, feldspatoizi etc. Rocile acide și piroclastitele constituie sursa cea mai importantă pentru acumulările caolinitice. Uneori provine din impuritățile unor calcare.

**Semnificații genetice**

Caolinitul poate fi primar în rocile reziduale, și secundar în argilele sedimentate. Reflectă totdeauna condiții acide de precipitare.

**Diagnostic**

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e (v. tabelul 18):

*Microscop electronic:* forma hexagonală a cristalelor lamelare.

*Refringența.*

*Curbele termice,* difractogramele și reacțiile cromatice.

C o n f u z i i p o s i b i l e:

*Dickit:* optic pozitiv, refringență mai scăzută.

*Nacrit:* optic negativ, extincție mai mare.

*Sericit:* birefringență mai mare.

*Montmorillonit:* birefringență mai ridicată, indicele de refracție mai scăzut.

*Calcedonit:* în cimentul unor gresii, aceste minerale se pot confunda, dar calcedonitul are birefringența și refringența mai scăzute.

M e t o d e s p e c i f i c e:

*Reacții în acizi:* cristalele pure sînt atacate de $H_2SO_4$; după încălzire la 500°C devine solubil în HCl.

*Reacții cromatice:* în stare pură nu este colorat de benzidin; vezi alte reacții cromatice la pag. 101.

*ATD*: efect endotermic puternic la 610—620°C cînd mineralul pierde apa și structura i se dezorganizează: efect exoterm la 980°C (v. fig. 1.40).

*TG:* curba de deshidratare a caolinitului indică o pierdere gradată în greutate începînd de la 400°C; la 520°C, o inflexiune verticală, netă, indică pierderea OH.

*RX:* pentru diagnostic sînt folosite reflexele bazale de ≈7 Å (001) și 3,5 Å (002) (!! prin linia de 7 Å se poate confunda cu cloritul). Distanțe reticulare ($d_Å$), intensități (*I*) și indici (*hkl*) caracteristici (Carver, 1971): 7,16—100—001; 4,36—50—$1\bar{1}0$; 4,18—50—$\bar{1}11$; 3,57—100—002; 2,56—60—201; 2,49—80—200; 2,38—60—003; 2,39—90—$\begin{cases}202\\131\end{cases}$; 2,29—80—131; 1,989—60—$1\bar{3}2$; 1,662—70—204; 1,489—80—060.

*IR:* prin poziția benzilor de absorbție, caolinitul poate fi deosebit de illite; benzi caracteristice la 909,935, 1 031 $cm^{-1}$.

*Capacitatea de schimb ionic:* de la 3—15 ml/100 g, la pH 7 (variază cu dimensiunea cristalelor).

### 1.7.7. DICKIT

#### Caractere în rocile sedimentare

A u t i g e n. Apare sub formă de mase de culoare albă, albăstruie uneori gălbuie. De asemenea, întîlnit ca agregate foioase reunite în coloane drepte sau curbe. Dintre mineralele argiloase este singurul care apare în cristale hexagonale de dimensiuni mai mari (1 mm). Uneori pulverulent sau vermicular.

#### Ocurență

Apare în unele roci de alterație (în special bauxite) asociat cu caolinit. Pseudomorfoze după microclin și granat; rar după cochilii. Autigen se poate găsi în gresii, asociat cu caolinit. În produsele de alterație din unele filoane.

#### Sursă

Precipită din soluții cu pH acid (reflectă în special condiții hidrotermale).

#### Semnificații genetice

Indică o alterație profundă în timpul unor importante modificări diagenetice (prin îngropare în zone adînci).

#### Diagnostic

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e (v. tabelul 18):

*Cristalele hexagonale* cu conture evidente (microscop electronic).

C o n f u z i i  p o s i b i l e:

*Caolinit:* vezi acest mineral.

M e t o d e  s p e c i f i c e:

*Reacţii în acizi:* identic cu ale caolinitului.

*Reacţii cromatice:* nu se colorează evident şi nu devine pleocroic.

*ATD:* un efect endotermic puternic la 700°C şi un efect exotermic asemănător caolinitului la 980—990°C (v. fig. 1.40).

*TG:* curba de deshidratare se aseamănă cu cea a caolinitului; la 600°C pierde complet apa.

*RX:* aceleaşi linii puternice ca la caolinit; ≈7,2 Å şi 3,5 Å; se deosebeşte de acesta prin intensităţile diferite ale liniilor dintre aceste valori. Astfel ($d_{\measuredangle}$), ($I$) au următoarele valori (Miheev, 1957): 7,24—10; 4,48—6; 3,59—8; 2,597—5; 2,347—8; 1,659—8; 1,323—7.

*IR:* benzi de absorbţie similare cu ale caolinitului; face excepţie banda 8,15 μ.

*Capacitatea de schimb cationic:* similară cu a caolinitului.

### 1.7.8. NACRIT

#### Caractere în rocile sedimentare

A u t i g e n. Este un mineral rar şi nestabil. Apare în cristale mici, incolore, uneori în formă de pană. Cînd se asociază în agregate, capătă aspect de rozetă.

#### Ocurenţă

Ca produs de alteraţie a feldspaţilor. Rar în rocile detritice.

#### Diagnostic

T r ă s ă t u r i  d i s t i n c t i v e (v. tabelul 18):

La microscopul electronic prezintă forme neregulate.

Semnul optic negativ şi extincţia mare.

C o n f u z i i  p o s i b i l e:

*Muscovit:* se deosebeşte de nacrit prin aspectul exterior.

M e t o d e  s p e c i f i c e:

*Reacţii în acizi:* identice cu ale caolinitului.

*Reacţii cromatice:* se colorează greu, nepleocroic.

*ATD:* datorită particulelor foarte mici nu dă efecte clare. Se contureazǎ un efect larg între 500 şi 700°C (v. fig. 1.40).

*TG:* pierderea apei depinde de granulaţie şi se produce între 400—600°C.

*RX:* distanţele reliculare ($d_Å$) şi intensităţile ($I$) sînt caracteristice şi-l deosebesc de caolinit şi dickit (din Miheev, 1957): 7,15—10; 4,42—8; 4,16—6; 3,59—10; 2,540—6; 2,416—10; 2,100—6; 1,922—6; 1,788—6; 1,489—8; 1,372—6.

*IR:* benzi de absorbţie caracteristice la 940, 3 660 şi 3 712 $cm^{-1}$.

*Capacitatea de schimb cationic:* probabil ca la caolinit.

### 1.7.9. HALLOYSIT

**Caractere în rocile sedimentare**

Autigen. Apare în mase compacte cu spărtură concoidală de culoare albă-gri. De asemenea, ca microagregate tubulare.

Transformări. Se deshidratează uşor şi trece în metahalloysit (cu 2 $H_2O$).

**Ocurenţă**

Se întîlneşte în unele argile reziduale, alături de caolinit sau separat de acesta.

**Sursă**

Provine prin alterarea unor feldspaţi din roci acide, riolite, pegmatite sau piroclastite.

**Diagnostic**

Trăsături distinctive (v. tabelul 18):

La microscopul electronic tuburi şi fibre.

Confuzii posibile:

*Montmorillonit* (gr. sp. = 1,85); acesta flotează într-o soluţie de alcool şi bromoform, pe cînd halloysitul (gr. sp. = 2,2) se depune.

*Caolinit:* se deosebesc prin RX.

Metode specifice:

*Reacţii în acizi:* la cald se descompune parţial în acizi şi baze; solubil în HCl la rece (aceasta îl deosebeşte de caolinit).

*Reacţii cromatice:* similare cu ale caolinitului.

*ATD:* faţă de caolinit, cu care se aseamănă, prezintă cîteva efecte deosebite la 135—160°C la 320—335°C şi la 600°C (v. fig. 1.40).

*TG:* pierde gradat apa pînă la 400°C apoi brusc între 400—530°C.

*RX:* reflexul bazal de la 10,1 Å se reduce prin încălzire la 100°C pînă la valoarea de 7,4 Å. Principalele reflexe *d—I* (după Miheev, 1957): 10,8—8; 4,41—10; 3,62—6; 2,57—7; 1,483—10; 1,236—7.

*IR:* bandă de absorbție caracteristică la 3 705 $cm^{-1}$; alte benzi la 545, 951, 1 040 $cm^{-1}$.

*Capacitatea de schimb ionic:* 40—50 m.e/100 g.

## 1.7.10. ILLIT

### Caractere în rocile sedimentare

A u t i g e n. De cele mai multe ori formează agregate fin lamelare, de formă sferică sau lenticulară în care dimensiunile cristalelor variază între 0,001 și 0,005 mm. Lamelele cu orientare optică comună se comportă ca monocristale. Se întîlnește de asemenea ca lamele fine.

T r a n s f o r m ă r i. Prin hidratare trece în montmorillonit. Alteori este substituit parțial de caolinit.

### Ocurență

Constituent al solurilor brune, cernoziomurilor, solurilor brune levigate, soloneturilor și solurilor deșertice. În zonele de alterație din jurul izvoarelor fierbinți. Rar în sedimente. În șisturi argiloase apare sub formă de mase lenticulare gălbui, în care cristalele nu depășesc 0,002 mm. Orientarea uniformă a particulelor și forma constant lenticulară a agregatelor pare să indice natura sa secundară (după resturi organice). În argile, marne și, uneori, în calcare, ca impurități. În matricea unor graywacke formează zone cu extincții nete în jurul granulelor de feldspați și cuarț.

### Sursă

Provine din transformarea altor minerale argiloase. Frecvent rezultă din alterarea feldspaților potasici sau distrugerea muscovitului.

### Semnificații genetice

Sugerează condiții alcaline de formare. Caracter primar. Uneori secundar, după resturi organice. Gradul său de cristalinitate reflectă condițiile de diageneză a rocilor în care se găsește.

**Diagnostic**

T r ă s ă t u r i   d i s t i n c t i v e (v. tabelul 19):

Habitusul lamelar și birefringența ridicată.

Proprietățile optice variază cu gradul de hidratare, cu temperatura și prezența ionilor străini ($Fe^{3+}$).

C o n f u z i i   p o s i b i l e:

*Muscovit:* 2V mai mare.

M e t o d e   s p e c i f i c e:

Pentru identificare sînt necesare metode combinate.

*Reacții cu acizii:* nu reacționează.

*Reacții cromatice:* se colorează cu safranin-y și verde de malachit (v. tabelul 17).

*ATD:* efectul endotermic începe să se manifeste începînd de la 400—450°C, iar „maximul" se situează între 500—600°C; efect slab între 850—900°C urmat de un efect exotermic redus (v. fig. 1.40).

*TG:* pierderea apei începe să se producă sub 100°C, curba indică pierderi reduse în sectorul 100—300°C și 600°C și pierderi masive între 350—600°C (pentru OH).

*RX:* pentru acest mineral reflexele bazale nu sînt afectate de încălzire sau tratamentul cu glycerol; distanțe reticulare ($d_Å$), intensități (*I*) și indici (*hkl*), (Miheev, 1957): 9,9—8—002; 4,45—10—110; 3,35—10—006; 2,56—10—$20\bar{2}$; 2,39—6—133; 2,14—6—043; 1,497—8—060; 1,294—6—400.

*IR:* spectru de absorbție asemănător cu al montmorillonitului.

*Capacitatea de schimb ionic:* prezintă variații largi de la 20—40 m.e/100 g.

## 1.7.11. GLAUCONIT

**Caractere în rocile sedimentare**

Mineral tipic pentru domeniul sedimentar; se prezintă într-o mare varietate morfologică.

A u t i g e n. Cel mai adesea sub formă de granule compuse cu conture rotunjite și structură microcristalină. Culoarea lor este verde caracteristic, mai rar gălbui sau albăstrui; în depozitele vechi poate apărea chiar incolor (sub microscop granulele nu au pleocroism vizibil); datorită extincțiilor independente ale cristalelor ce alcătuiesc granulul, acesta apare cu un aspect general mozaicat.

Poate apărea omogen; — de asemenea globular (concreţionar). Granulele fibroradiare au aspect zonat din cauza alternanţei unor cruste cu o asemenea structură. Mai rar, glauconitul apare idiomorf (prin clivare „glauconit clivat") cu conture hexagonale şi în acest caz pleocroic. În unele roci se găseşte ca pigment, „glauconit pigmentar" (fig. 1.44).

A l o g e n. Datorită greutăţii sale specifice mai ridicate poate fi întîlnit în unele aluviuni recente sub formă de granule rulate sau angulare. Mai rar, în aluviunile vechi.

T r a n s f o r m ă r i. Prin alterare trece marginal în goethit, limonit, jarozit (sulfat de Fe şi K) sau montmorillonit (în secţiuni subţiri limonitul apare sub forma unor coroane opace; în granulele libere poate fi îndepărtat cu HCl). Culoarea glauconitului alterat devine brună.

Uneori granulele sînt corodate de ciment. Poate fi substituit de calcit şi siderit.

**Ocurenţă**

În sedimentele marine recente din zonele de platformă. Constituent autigen, în diferite tipuri de gresii (gresii glauconitice, graywacke), argile, dolomite şi calcare impure. În roci cloritice, bogate în fosfaţi.

Poate apărea, de asemenea, ca pseudomorfoze după calcit, dolomit, diferiţi silicaţi sau ciment al gresiilor.

Întîlnit în porii plăcilor de echinoderme, în cavităţile foraminiferelor (globigerine în special), briozoarelor, algelor calcaroase; de asemenea, substituind silicea unor spiculi de spongieri.

**Sursă**

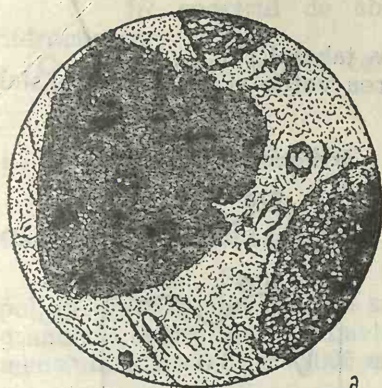
Este considerat un mineral tipic marin, formîndu-se prin precipitare directă sub formă de gel în ape reci, lipsite de oxigen (mediu reducător). Mai poate apărea prin descompunerea pe fundul mării a unor silicaţi de Al, sticlă vulcanică, biotit, illit, feldspaţi potasici şi piroxeni.

În condiţii continentale se întîlneşte foarte rar (rezultînd din alterarea hipergenă a feldspatului potasic).

**Semnificaţii genetice**

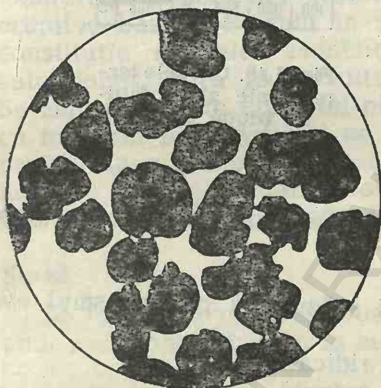
Indică sedimentarea lentă a depozitelor în care apare şi, uneori, prezenţa unor lacune stratigrafice. Condiţii de $Eh=0$.

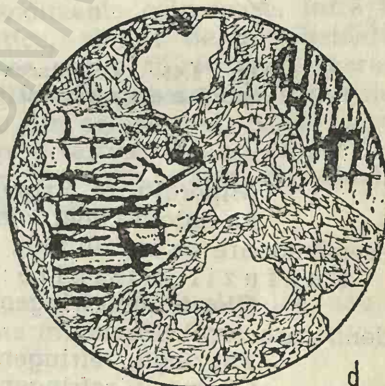
Prin estimarea raportului $K^{40}/A^{40}$ poate folosi la determinarea vîrstei absolute a rocilor sau sedimentelor în care se găseşte.














e

Fig. 1.14. Aspecte morfologice ale glauconitului:

*a* — glauconit microcristalin; *b* — glauconit zonat; *c* — glauconit globular concreționar; *d* — pseudomorfoze de glauconit după feldspați; *e* — pseudomorfoze de glauconit după fragmente de organisme

**Diagnostic**

T r ă s ă t u r i   d i s t i n c t i v e  (v. tabelul 15):

Caracterul granular, culoarea verde și pleocroismul slab în cadrul granulului.

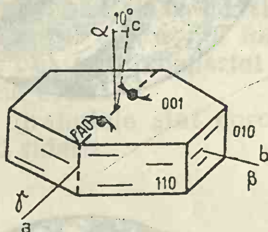



Fig. 1.45. Orientarea optică a glauconitului

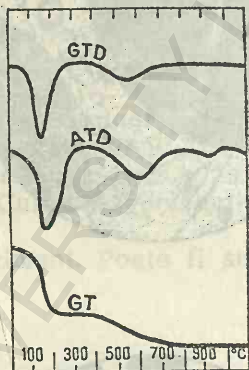



Fig. 1.46. Curbele termice ale glauconitului (după Todor, 1972)

Mineral ușor magnetic.

La microscopul electronic apare în forme neregulate, asemănătoare cu ale illitului.

C o n f u z i i   p o s i b i l e:

*Clorite:* birefringență mai scăzută și pleocroismul evident; caracterul lamelar.

*Thuringit:* refringență mai ridicată.

*Chamosit:* refringență mai scăzută.

M e t o d e   s p e c i f i c e:

*Reacții în acizi:* solubil în HCl 24% (mai ușor la cald).

*ATD:* prezintă trei efecte endoterme caracteristice la: 150°C, 590°C și 990°C (fig. 1.46).

*TG:* deshidratarea se produce treptat pînă la 700°C, dar în jur de 450°—500°C viteza de deshidratare este mai mare.

*RX:* pentru obținerea unor rezultate concludente, cristalele trebuie să fie bine orientate: distanțe reticulare ($d_A$), intensități (*I*) și indici (*hkl*) (Carver, 1971): 10,1—100—001; 4,98—10—002; 4,53—80—020; 3,33—60—003; 2,59—100—130; 2,40—60—201; 1,511—60—060.

*IR:* spectrul de absorbţie probabil asemănător cu al hidromicelor.

*Capacitatea de schimb cationic:* aproximativ 11—20 m.e./100 g.

## 1.7.12. MONTMORILLONIT

### Caractere în rocile sedimentare

A u t i g e n. Se prezintă în mase compacte de culoare galben pal, gri-verzui, albastru pal sau roz. De asemenea, ca agregate fin granulare, vermiforme, lamelare sau sferulitice. Ca lamele cu dimensiuni între 0,01 şi 0,005 mm.

### Ocurenţă

Constituent al solurilor brune levigate, al cernoziomurilor, soloneţurilor şi solurilor deşertice. Ca produs de alteraţie în rocile eruptive bazice. Prezent în unele sedimente calcaroase. Intră în constituţia argilelor montmorillonitice, alături de illit, beidelit; subordonat, intră în constituţia unor argile silicioase şi marne. Se mai găseşte în cimentul piroclastitelor argiloase sau a gresiilor cu material piroclastic şi pe fisurile din aceste roci. Acoperă suprafaţa unor granule epiclastice şi piroclastice. Uneori ca pseudomorfoze după glauconit limonitic. În bentonite, alături de beidelit. Mai frecvent, în formaţiuni de vîrstă recentă.

### Sursă

Se formează pe seama unor tufuri şi cenuşi vulcanice, sau a unor roci bogate în Mg, în mediul marin.

### Semnificaţii genetice

Indică condiţii de *p*H alcalin, specifice primelor faze ale procesului de alterare. Prezenţa în cimentul unor roci de natură marină sau continentală indică faptul că mediul de formare nu controlează depunerea sa. Prezenţa sa pe fisuri ce traversează cimentul indică uşurinţa cu care se pot forma suspensii coloidale.

### Diagnostic

T r ă s ă t u r i  d i s t i n c t i v e (v. tabelul 19):
- Capacitatea de absorbţie foarte mare.
- Capacitatea de schimb ionic ridicată.

Imposibil de determinat optic (vezi metode fizice).

Particule foarte mici, fără formă, la microscopul electronic (v. fig. 1.41).

C o n f u z i i  p o s i b i l e:

*Caolinit:* flotează în soluție Clerici cu gr. sp. 2,70 în timp ce montmorillonitul decantează.

*Halloyzit:* birefringență mai scăzută.

*Illit:* birefringență mai ridicată.

*Pirofillit:* birefringență mai scăzută.

M e t o d e  s p e c i f i c e:

*Reacții cu acizi:* solubil în HCl.

*Reacții cromatice:* caracteristice (vezi tabelul de la pag. 101).

*ATD:* efecte endotermice maxime la 170—190°C, 695—730°C și 885—905°C. Un efect exotermic la 925°—935°C (v. fig. 1.40).

*TG:* curbele de deshidratare arată că punctul de inflexiune dintre apa interstratificată și OH este la 300°C.

*RX:* reflexele bazale variază considerabil în funcție de prezența apei și cationii schimbabili, astfel:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Reflexul bazal (Å): | 14,5; | 14,8; | 15,1; | 13,4; | 12,9; | 11,9; | 12 |
| Cation interstratificat: | $H^+$ | $Mg^{2+}$ | $Ca^{2+}$ | $Li^+$ | $Ba^{2+}$ | $Na^+$ | $K^+$ |
| Numărul nivelelor de apă: | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Intensitatea reflexului bazal (001) indicat mai sus este de 100. Alte reflexe în Å (după Carver, 1971): 5—80—003; 3—100—005; 4,61—100; 2,56—80; 1,692—60; 1,492—100; 1,289—60.

*IR:* spectrul de absorbție asemănător cu al illitului.

*Capacitatea de schimb pentru baze:* variază între 70—100 m.e./100 g și este cea mai ridicată valoare pentru mineralele argiloase.

## 1.7.13. NONTRONIT

### Caractere în rocile sedimentare

A u t i g e n. Mineral rar în rocile sedimentare, în care se prezintă sub formă de lamele fine sau fibre de culoare galbenă. De asemenea, apare sub formă de agregate sferulitice sau în evantai.

**Ocurenţă**

Apare în produsele de alteraţie ale unor lave bazaltice şi pe sticlă vulcanică *(palagonite)* asociat cu montmorillonit şi beidelit. Probabil şi în alte ocurenţe, alături de montmorillonit.

**Sursă**

Provine din soluţii cu caracter alcalin. Poate deriva din wollastonit (Milner, 1962).

**Semnificaţii genetice**

Poate indica provincii petrografice iniţial alcaline.

**Diagnostic**

T r ă s ă t u r i  d i s t i n c t i v e (v. tabelul 19):

Culoarea verde, aspect de bastonaşe (la microscopul electronic).

C o n f u z i i  p o s i b i l e:

Vezi montmorillonitul.

M e t o d e  s p e c i f i c e:

*Reacţii în acizi:* solubil în HCl.

*Reacţii cromatice:* caracteristice (v. tabelul 17).

*ATD:* prezintă două efecte endoterme la 200 şi 500°C şi unul exoterm la 870°C.

*RX:* distanţe reticulare ($d_Å$), intensităţi (*I*) şi indici (*hkl*), (Miheev, 1957): 15,6—10—001; 4,55—10—020; 2,62—8—130; 2,56—8—006; 1,519—10—060.

*IR:* benzi de absorbţie proeminente la 9,8 μ şi 12,25 μ.

## 1.7.14. VERMICULIT

**Caractere în rocile sedimentare**

A u t i g e n. Formează mase pămîntoase friabile, de culoare gălbuie, verzuie sau cenuşie. Mai frecvent ca agregate vermiculare.

T r a n s f o r m ă r i. Se poate găsi în diverse grade de hidratare (se deshidratează relativ uşor). În grade înaintate de alterare poate trece la caolinit.

**Ocurență**

În diverse tipuri de soluri (cernoziomuri și soluri deșertice) apare fin granular. În pseudomorfozele după biotit din diverse roci sedimentare este mai larg dezvoltat.

Întîlnit în produse de alterare, alături de montmorillonit, clorit, illit.

**Proprietățile mineralelor argiloase** *Tabelul 18*

| Mineralul | Caolinit | Dickit | Nacrit | Halloysit |
|---|---|---|---|---|
| Formula<br>Structura | $Al_4Si_4O_{10} \cdot (OH)_8$<br>1Te : 1Oc | $Al_4Si_4O_{10} \cdot (OH)_8$<br>1Te : 1Oc | $Al_4Si_4O_{10} \cdot (OH)_8$<br>1Te : 1Oc | $Al_4Si_4O_{10} \cdot (OH_8$<br>1Te : 1Oc |
| Forme de agregare | agregate lamelare aspect vermicular | agregate lamelare, pulverulent | agregate în evantai | mase compacte |
| Habitus<br>Gr. sp.<br>Durit.<br>Clivaj | lamelar hexagonal<br>2,58<br>2,5<br>(001) perfect | lamele hexagonale cu conture nete<br>2,62<br>2,5<br>(001) perfect | hexagonal contur neregulat<br>2,5<br>2,5<br>(001) perfect | tuburi-fibre<br>2,2<br>2,5<br>(001) perfect |
| Culoare<br>$\gamma$<br>$\alpha$ | incolor<br>1,560–1,570<br>1,553–1,563 | incolor<br>1,566–1,571<br>1,560–1,562 | incolor<br>1,563–1,566<br>1,557–1,560 | incolor<br><br>1,526–1,532 |
| $\sigma$<br>Extincție<br>2V | 0,007<br>$\alpha : \perp(001) = \pm 3°$<br>$2V\alpha = 24-50°$ | 0,006–0,009<br>$c : \alpha = 15-20°$<br>$2V\gamma = 52-80$ | 0,006<br>$\alpha : \perp(001) = 10-12°$<br>$2V\alpha = 90-40°$ | 0,002–0,001<br><br>P.A.O.$\perp$(010) |
| Reacții specifice | în cristale pure atacat de $H_2SO_4$ | în cristale pure atacat de $H_2SO_4$ | în cristale pure atacat de $H_2SO_4$ | solubil în HCl la rece |
| ATD | ef. end. 610–620°C<br>ef. ex. 980°C | ef. end. 700°<br>ef. ex. 980°C | ef. end. 500–700°C | ef. end. 35–160°C |
| RX | 7,16 Å (001);<br>3,57 (002) | 7,24 Å–10;<br>3,59 Å–8 | 7,15 Å–10;<br>3,59 Å–10<br>2,41 Å–10 | 10,8 Å–8;<br>4,41 Å–10;<br>1,483 Å–10 |
| IR | 907, 935, 1 031 cm$^{-1}$ | 815 cm$^{-1}$ | 940, 3 660, 3 712 cm$^{-1}$ | 3 705 cm$^{-1}$ |

**Sursă**

Provine din transformarea micelor, în special a biotitului.

**Diagnostic**

Trăsături distinctive (v. tabelul 19):

Culoarea verde, pleocroismul și agregatele vermiculare. În raport cu smectitele: cristalele au dimensiuni mai mari; capacitate de schimb cationic mai mare; deshidratarea este mai rapidă.

*Tabelul 19*

**Proprietățile mineralelor argiloase**

| Mineralul* | Illit | Montmorillonit | Nontronit | Vermiculit |
|---|---|---|---|---|
| Structura | 2Te : 1Oc | 2Te : 1Oc | 2Te : 1Oc | 2Te : 1Oc |
| Forme de agregare | agregate | agregate fin granulare, vermiforme, lamelare | agregate sferulitice | agregate vermiculare, pămîntoase |
| Habitus | forme neregulate | forme neregulate | forme neregulate | forme neregulate |
| Gr. sp. | 2,6–2,9 | 2–3 | 2–3 | 2–3 |
| Durit. | 1–2 | 1–2 | 1–2 | 1–2 |
| Clivaj | (001) perfect | (001) perfect | (001) perfect | (001) perfect |
| Culoare | incolor | incolor, galben, verde | pleocroism, galben, brun-verzui | incolor, verde-pal, brun-pal |
| $\gamma$ | 1,57–1,67 | 1,50–1,64 | 1,60–1,64 | 1,54–1,58 |
| $\alpha$ | 1,54–1,63 | 1,48–1,61 | 1,56–1,60 | 1,52–1,56 |
| $\sigma$ | 0,022–0,055 | 0,025–0,040 | 0,035–0,040 | 0,020–0,030 |
| Extincție | | $\alpha : (001) = 2-3°$ | | |
| $2V$ | $2V_\alpha = < 10°$ | $2V_\alpha = 0-30°$ | $2V_\alpha = 65-70°$ | $2V_\alpha = 10-8°$ |
| Reacții specifice | se colorează | solubil în HCl: se colorează | solubil în HCl; se colorează | HCl exfoliază mineralul |
| ATD | e. end. 500–600°C | e. end. 180, 700, 890°C | e. end. 200°C, 500°C | e. end. 150–200, 250°C |
| RX | 9,9 Å-8-002; 4,45 Å-10-110 | 14,5–15 Å-100-001 | 15,6 Å-100-001 | 14 Å-10-002 |

* Vezi formulele mineralelor la pag. 90.

Confuzii posibile:

*Clorit:* refringență mai scăzută.
*Biotit:* birefringență mai mică.
*Talc:* birefringență mai mare.
*Montmorillonit:* parametri RX caracteristici.

Metode specifice:

*Reacții în acizi:* unii acizi și $H_2O_2$ determină o exfoliere a mineralului.

*ATD:* forma curbei termice diferențiale este funcție de natura cationilor prezenți în rețea. Efectele endoterme apar la 150—200°C și 250—275°C. O reacție exotermică în jur de 800°C.

*TG:* curba de deshidratare indică o pierdere pronunțată de apă sub 100°; peste această temperatură pierderea de apă se produce treptat pînă la 850°, apa din rețea (OH) fiind eliminată între 500 și 850°C.

*RX:* reflexul diagnostic de la 14 Å pierde din intensitate prin încălzire la 500°C, dar apare mai puternic la 9,3 Å. Prin încălzire la 700°C difractograma devine asemănătoare cu a talcului. Se deosebește de clorit prin încălzire la 700°C, după care cloritul nu-și modifică parametrii; distanțe reticulare (*d*), intensități (*I*) și indici (*hkl*), (Miheev, 1957): 13,72—10—002; 2,555—6—202; 2,393—8—204; 1,533—9—060.

*Capacitatea de schimb ionic:* variază de la 100 la 150° m.e./100 g.

## D. FELDSPAȚI

Feldspații sînt alumosilicați de K, Na sau Ca avînd ca termeni extremi $KAlSi_3O_8$, $NaAlSi_3O_8$ și $CaAl_2Si_2O_8$, între care există soluții solide parțiale sau nelimitate. Cristalele naturale de feldspați potasici conțin între 10 și 25% $NaAlSi_3O_8$, iar termenii sodocalcici — feldspații plagioclazi — formează cristale mixte în toate proporțiile. Minerale de o deosebită importanță pentru rocile detritice, feldspații apar cu importanță secundară în rocile argiloase și cele carbonatice. Indiferent însă de participarea lor procentuală în diversele tipuri de roci, feldspații reprezintă importante minerale de corelație între rocile în care apar și ariile sursă. Stabilitatea scăzută în domeniul exogen le conferă și calitatea de indicatori paleoclimatici și tectonici.

## CLASIFICAREA ŞI ORIGINEA FELDSPAŢILOR

Clasificarea chimică a principalilor feldspaţi din domeniul sedimentar se prezintă astfel:

F e l d s p a ţ i p o t a s i c i - $KAlSi_3O_8$:
*MICROCLIN* — sistem triclinic
*ORTOCLAZ* — sistem monoclinic
*SANIDIN* — sistem monoclinic

F e l d s p a ţ i c a l c o s o d i c i (p l a g i o c l a z i) - $NaAlSi_3O_8$ (Ab)—$CaAl_2Si_2O_8$ (An), sistem triclinic:

| | | |
|---|---|---|
| *Albit* | — 0— 10% | An |
| *Oligoclaz* | — 10— 30% | An |
| *Andezin* | — 30— 50% | An |
| *Labrador* | — 50— 70% | An |
| *Bytownit* | — 70— 90% | An |
| *Anortit* | — 90—100% | An |

În rocile sedimentare feldspaţii pot proveni din:

— dezagregarea şi transportul feldspaţilor ce intră în alcătuirea rocilor magmatice şi metamorfice: *feldspaţi detritici* (alogeni);

— erupţii vulcanice: *feldspaţi piroclastici*;

— soluţii care circulă în sedimente în timpul procesului de diageneză sau posterior acestuia: *feldspaţi autigeni.*

Fiecare din aceste trei categorii se caracterizează prin trăsături proprii, care permit o identificare relativ uşoară a originii lor (tabelul 20).

**Feldspaţi detritici (alogeni).** Tipurile de feldspaţi care au în mod frecvent o provenienţă detritică sînt: ortoza şi miroclinul dintre feldspaţii potasici şi plagioclazii cu conţinut variabil de An (frecvent între 0—30—40% An; rar pînă la 60—70% An).

*Compoziţia* lor este adesea variabilă; le sînt caracteristice substituţiile izomorfe şi concreşterile de tipul pertitelor (albitul filiform se dezvoltă în feldspatul potasic) şi antipertitelor (feldspatul potasic, de obicei idiomorf, se dezvoltă în plagioclaz).

*Morfologia* cristalelor este diversă. Frecvent se prezintă sub formă de granule bine rulate (mai rotunjite decît cele de cuarţ), subangulare sau idiomorfe (cristale „clivate"; idiomorfismul se realizează prin spargere după direcţiile de clivaj) (fig. 1.47).

*Incluziuni.* Granulele de feldspaţi pot conţine incluziuni diferite, după natura rocilor din care au rezultat: cele provenite din roci magmatice conţin apatit, zircon, rutil, turmalină, biotit, iar cele provenite din roci metamorfice conţin incluziuni de sillimanit, andaluzit, clorit, granat, cuarţ, apatit.

*Macle.* Cristalele de feldspat potasic apar adesea maclate după tipurile Carlsbad (ortoza) sau în grătar (microclinul), indiferent de

*Tabelul 20*

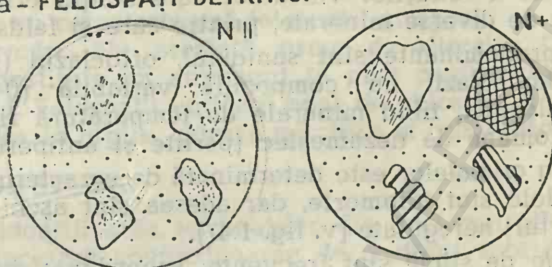
**Caractere generale ale feldspaţilor din rocile sedimentare**

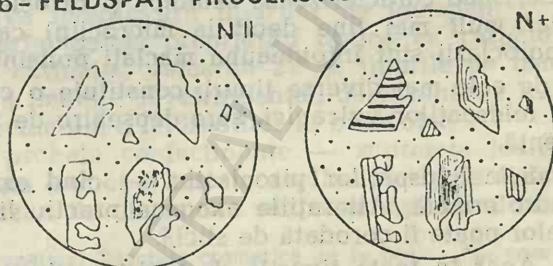
| | Feldspaţi detritici | | Feldspaţi piroclastici | Feldspaţi autigeni |
|---|---|---|---|---|
| | Orig. magmatică | Orig. metamorfică | | |
| Tip predominant {F.K. / Plg.} | Ortoclaz (O)<br>Microclin (M)<br>Plagioclaz (P)<br>$An_{0-70}$ | Microclin<br>Ortoclaz (Anortoclaz)<br>Plagioclaz<br>$An_{0-30}$ | Sanidin (S)<br>Ortoclaz (Anortoclaz)<br>Plagioclaz $An_{0-70}$ | Microclin<br>Ortoclaz<br>Albit |
| Concreşteri | Pertite<br>Antipertite | Pertite<br>Antipertite | Foarte rar | Absente |
| Morfologie | Granule rulate subangulare „clivate" | | Cristale idiomorfe<br>Cristale colţuroase | Cristale idiomorfe |
| Incluziuni | Apatit, Zircon, Rutil, Turmalină | Sillimanit, Andaluzit, Clorit, Cuarţ, Granat | Sticlă, Biotit, Hematit, Piroxeni, Amfiboli | Calcit, Min. argiloase, Hidroxizi de Fe |
| Macle O.<br>M.<br>P. | Carlsbad<br>în grătar<br>frecvent polisintetice | Carlsbad<br>în grătar<br>foarte rar polisintetice | S. Carlsbad<br>O. Carlsbad<br>P. frecvent polisintetice | —<br>—<br>Roc Tourne |
| Transformări:<br>hidrotermale<br>exogene<br>coroziuni | frecvente<br>posibile<br>de către ciment | mai rare<br>posibile<br>de către ciment | frecvente<br>absente<br>de către sticlă | absente<br>de obicei proaspăt<br>absente |
| Ocurenţă | Graywacke<br>Gresii arcoziene<br>Gresii litice | | Aglomerate vulc.<br>tufuri-tufite<br>Roci detritice cu material vulcanic | Roci detritice<br>Argile<br>Calcare şi dolomite |

apartenența lor primară (magmatică sau metamorfică). Plagioclazii din roci magmatice sînt aproape întotdeauna maclați polisintetic pe cînd cei din roci metamorfice apar rar maclați.

*Zonare.* Feldspaților plagioclazi de proveniență subvulcanică, spre deosebire de cei „metamorfici" le sînt caracteristice diverse tipuri de zonare.

*Transformări.* Feldspații detritici apar rar proaspeți; de obicei sînt alterați hidrotermal sau prezintă urme de alterație exogenă.



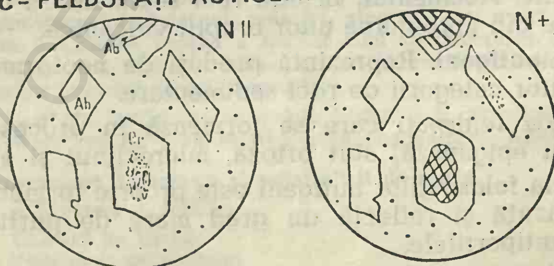




Fig. 1.47. Morfologia feldspaților din rocile sedimentare

Deseori sînt corodaţi de cimentul sau matricea în care se găsesc (în special de către calcit).

*Ocurenţă.* Feldspaţii detritici sînt constituenţii principali ai gresiilor arcoziene, graywacke şi gresiile litice. Subordonat se întîlnesc în gresii cuarţitice, siltite şi calcare alohtone. Accidental sînt prezenţi şi în alte tipuri de roci sedimentare — argile, calcare oolitice, calcare organogene.

**Feldspaţi piroclastici.** Provin din depunerea în mediu continental sau acvatic a cenuşilor vulcanice care conţin cristale izolate sau agregate de diverse minerale, printre care şi feldspaţi.

Tipurile predominante sînt sanidinul, ortoclazul (sau anortoclazul) şi plagioclazii cu compoziţie variabilă (0—70% An). Feldspaţii vulcanici, fiind minerale de temperatură ridicată, prezintă rar fenomene de dezamestec (pertite şi antipertite).

*Morfologia* cristalelor este determinată de caracterul erupţiilor: uneori cristalele sînt idiomorfe, dar adesea sînt aşchioase, colţuroase cu spărturi neregulate (v. fig. 1.47).

*Incluziunile* de sticlă sînt frecvente; subordonat, incluziuni de biotit, zircon, amfiboli sau piroxeni.

*Maclele* Carlsbad caracterizează sanidina şi ortoclazul, iar cele în grătar (dar mult mai fine decît la microclin) caracterizează anortoza. Plagioclazii sînt întotdeauna maclaţi polisintetic.

*Zonarea,* de cele mai diverse tipuri, constituie o caracteristică importantă a feldspaţilor vulcanici, spre deosebire de feldspaţii de altă provenienţă.

*Transformările* feldspaţilor piroclastici — cînd există — sînt de natură hidrotermală. Alteraţiile exogene practic lipsesc. Marginea cristalelor poate fi corodată de sticlă.

*Ocurenţă.* Apar în toate tipurile de roci piroclastice (aglomerate, tufuri, tufite). Subordonat se întîlnesc în roci detritice cu material vulcanic. Accidental, în alte roci sedimentare care s-au depus în bazine din apropierea unor erupţii vulcanice.

**Feldspaţi autigeni.** Reprezintă produşi de neoformaţie caracteristici anumitor categorii de roci sedimentare.

Tipurile de feldspaţi care se formează în procesele exogene (diageneză şi epigeneză) sînt ortoza, microclinul şi albitul.

Compoziţia feldspaţilor autigeni este proprie termenilor de temperatură scăzută şi reflectă un grad mare de puritate. Lipsesc pertitele şi antipertitele.

*Morfologia* feldspaţilor autigeni este diversă. Adesea apar sub formă de cristale idiomorfe cu diametrul de pînă la 1 mm şi forme

cristalografice simple. Alteori, ca zone de supracreştere şi pseudomorfoze după formaţiuni oolitice sau resturi de organisme. Feldspaţii autigeni potasici au de obicei un nucleu detritic uşor alterat (v. fig. 1.47).

*Incluziunile* sînt caracteristice şi reflectă de obicei natura matricei în care au crescut, constînd din calcit, minerale argiloase, oxizi şi hidroxizi de fier.

*Maclele* sînt rare sau lipsesc. Proprie albitului este macla Roc Tourne.

*Zonarea* nu caracterizează feldspaţii autigeni.

*Transformări.* Nu prezintă urme de alteraţie. Caracterul lor proaspăt constituie un argument în plus pentru natura autigenă.

*Ocurenţă.* Feldspaţii autigeni apar de obicei în gresii arcoziene şi graywacke, în argile, calcare micritice şi calcilutite.

## METODE DE STUDIU

Pentru identificarea feldspaţilor din roci consolidate sau mobile este necesară confecţionarea de secţiuni subţiri şi suprafeţe lustruite pe eşantioane, sau obţinerea de pulberi şi concentrate de granule cu diametrul 0,1—0,005 mm (fig. 1.48).

În vederea identificării tipurilor de feldspaţi, se urmăresc la microscop principalele proprietăţi optice cu caracter diagnostic: refringenţă, extincţie, valoarea 2V şi tipurile de maclă.

Studiul în imersie al refringenţei, determinările RX şi IR impun o alegere prealabilă a feldspaţilor la binocular.

În fine, probele confecţionate — suprafeţe lustruite, secţiuni şi concentrate — pot fi testate suplimentar prin reacţii cromatice, pentru precizări de diagnostic sau chiar aprecieri cantitative.

**Reacţii cromatice.** Reacţiile cromatice au la bază — în cazul feldspaţilor — capacitatea acestora de a da în urma unor reacţii, compuşi coloraţi care se localizează pe cristale de o anumită compoziţie.

Aplicarea reacţiilor cromatice la feldspaţi oferă posibilitatea unor *estimări cantitative* în amestecuri de feldspaţi potasici, plagioclazi şi cuarţ (minerale frecvent întîlnite în fracţiunea uşoară a multor roci sedimentare). În observaţiile macroscopice, în special, reacţiile cromatice au un *rol diagnostic*, facilitînd separarea feldspaţilor potasici de cei plagioclazi.

Colorarea se poate realiza pe suprafeţe lustruite în eşantioane, pe secţiuni subţiri (fără lamelă) sau pe granule libere, în concentrate. Aceste reacţii sînt:

**1. Reacţiile cu rodizonat de potasiu şi cobaltnitrit de sodiu** (Bailey şi Stevens — 1960):

REACTIVI:
- Clorură de bariu;
- Rodizonat de potasiu;
- Cobaltnitrit de sodiu;
- Acid fluorhidric 52%.

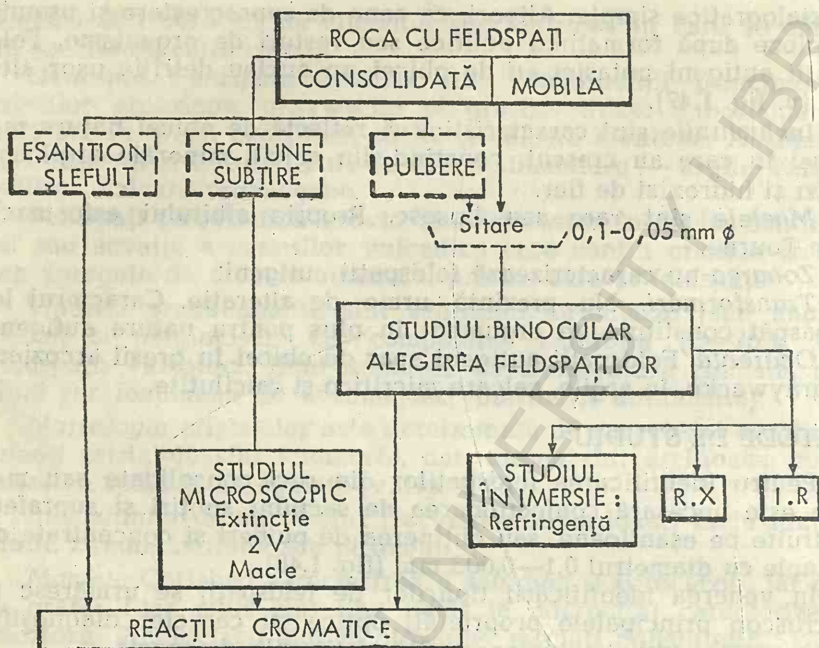



Fig. 1.48. Schema de prelucrare a probelor cu feldspați și metodele lor de studiu

MOD DE LUCRU PENTRU SUPRAFEȚE LUSTRUITE

1. Dacă roca este poroasă se înmoaie în parafină topită (15 min) și apoi se şlefuieşte o suprafață. În cazul rocilor compacte se realizează direct şlefuirea unei suprafețe din eşantion.

2. Într-un vas de plastic se toarnă cu grijă HF 52% pe o înălțime de 5 mm. (Atenție! operațiunile se desfăşoară în nişe bine ventilate; acidul atacă țesuturile).

3. Pe marginea vasului de plastic, cu suprafața şlefuită în jos (spre HF), se lasă eşantionul timp de 3 minute.

4. Se scufundă apoi eşantionul într-un vas cu apă și imediat într-o soluție de clorură de bariu 5% (pentru scurt timp).

5. Se clăteşte eşantionul cu apă și apoi suprafața şlefuită se introduce timp de 1 minut în soluția saturată de cobaltnitrit de sodiu.

6. Excesul de cobaltinitrit se spală cu apă.

REZULTAT: *Feldspatul potasic* se colorează în *galben*.

7. Se reclăteşte eşantionul cu apă distilată și apoi suprafața lustruită se acoperă cu rodizonat (0,05 g sare de potasiu a acidului rodizonic se dizolvă în 20 ml

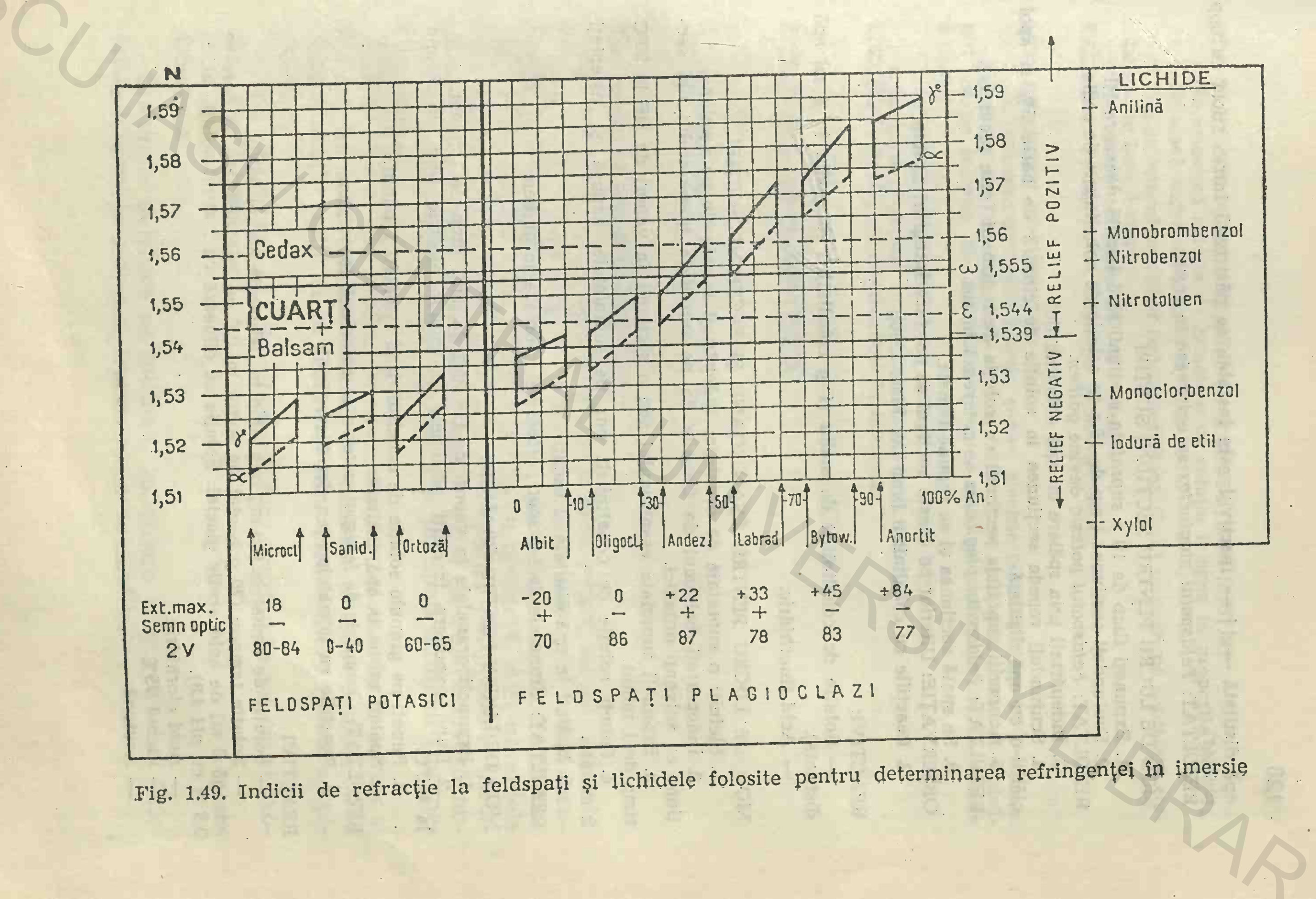



Fig. 1.49. Indicii de refracție la feldspați și lichidele folosite pentru determinarea refringenței în imersie

apă distilată — ! ! — reactivul este instabil; se păstrează într-o sticlă cu dop picător).
REZULTAT: *Feldspatul plagioclaz* se colorează în *roşu.*

MOD DE LUCRU PENTRU SECŢIUNI SUBŢIRI

1. Expuneţi timp de 10 s suprafaţa secţiunii fără lamelă deasupra HF.
2. Scufundaţi secţiunea timp de 15 s în soluţie de cobaltnitrit de sodiu.

REZULTAT: *Feldspatul potasic* devine *galben.*

3. Îndepărtaţi prin spălare cu apă cobaltnitrilul.
4. Scufundaţi repede secţiunea în soluţie de clorură de bariu 5% şi apoi clătiţi-o cu apă distilată.
5. Acoperiţi suprafaţa secţiunii cu soluţie de rodizonat (prin picurare).

REZULTAT: *Feldspatul plagioclaz* se colorează în *roz.*

6. Se spală secţiunea şi se repune lamela.

OBSERVAŢIE: Ulterior pe aceste secţiuni se pot face integrări exacte.

**2. Reacţiile cu cobaltnitrit** (van der Plas, 1966):

REACTIVI:

— Soluţie de cobaltnitrit de sodiu (1 g cobaltnitrit de sodiu la 4 ml apă distilată).
— Acid fluorhidric.

MOD DE LUCRU PENTRU EŞANTIOANE ŞI SECŢIUNI SUBŢIRI

1. Şlefuiţi o suprafaţă de eşantion; îndepărtaţi lamela de pe secţiune.
2. Îndepărtaţi balsamul de Canada de pe suprafaţa preparatului din secţiune cu solvenţi organici.
3. Expuneţi suprafaţa eşantionului sau a secţiunii în vapori de HF la 90°C timp de 1 minut.
4. Puneţi soluţie de cobaltnitrit pur pe suprafeţele expuse şi aşteptaţi 2 minute.
5. Spălaţi în apă distilată şi uscaţi.

REZULTAT: Granulele de *feldspat potasic* se colorează în *galben.*

MOD DE LUCRU PENTRU GRANULE

1. Expuneţi granulele în vapori de HF 35% la 90°C timp de 1 minut.
2. După expunere încălziţi granulele în cuptor electric timp de 5 min la 400°C.
3. Puneţi pe granule soluţie de cobaltnitrit şi aşteptaţi 1 minut.
4. Spălaţi proba în apă distilată.

REZULTAT: Granulele de *feldspat potasic* se colorează în *galben.*

**3. Reacţiile cu hematein** (van der Plas, 1966):

REACTIVI

— Soluţie de hematein (50 mg hematein la 100 ml de etanol 95%).
— Soluţie tampon (20 g acetat de sodiu în 100 ml apă distilată, la care se adaugă 6 ml de acid acetic glacial. Soluţia se diluează cu 200 ml soluţie acidă 0,5 N cu *p*H 4,8).
— Acid clorhidric.
— Etanol 95%.
— Acetonă.

MOD DE LUCRU PENTRU EŞANTIOANE ŞI SECŢIUNI SUBŢIRI:

1. Se amestecă soluţia de hematein cu soluţia tampon în proporţie de 2:1.
2. Se atacă suprafaţa şlefuită cu HCl 1:10.
3. Din amestecul soluţiilor hematein-tampon (2:1) se pune pe suprafaţa cercetată şi se lasă 5 minute.
4. Se clăteşte cu etanol 95% şi acetonă.

REZULTAT: *Feldspaţii* se colorează în *bleu-albastru.*

MOD DE LUCRU PENTRU GRANULE

1. Se încălzesc granulele într-un cuptor electric la 400°C timp de 5 minute.
2. Într-un vas, peste granule se pun, 10 picături soluţie hematein şi 5 picături soluţie tampon. Se agită 2—3 minute, apoi se lasă granulele în soluţie 5 minute.
3. Se îndepărtează soluţia prin spălare cu etanol 95%.
4. Se spală granulele de două ori cu acetonă.

REZULTAT: *Feldspaţii* se colorează în *bleu-roz.*

## DESCRIEREA FELDSPAŢILOR

### 1.7.15. MICROCLIN

#### Caractere în rocile sedimentare

Alogen. Apare sub formă de granule rotunjite, mai rar subangulare, de culoare albă, gălbuie, verzuie sau roz, uneori acoperite cu un pigment argilos bruniu. De asemenea, ca fragmente „clivate", idiomorfe cu simetrie triclinică distinctă. Atît granulele rulate cît şi cele limitate de feţe cristalografice pot prezenta incluziuni diverse: muscovit, zircon, cuarţ, oxizi de Fe. Formează nuclee în jurul cărora se pot depune alţi feldspaţi autigeni (în special ortoza).

Autigen. Ca produs de neoformaţie mai rar decît ortoza şi albitul. Se întîlneşte sub formă de cristale idiomorfe mici, greu determinabile optic şi în testurile unor foraminifere (produs epigenetic).

Transformări. Se alterează uşor, trecînd în sericit şi caolinit. Devine tulbure.

#### Ocurenţă

Granulele detritice se întîlnesc în arcoze şi graywacke. Cristalele idiomorfe sînt mai frecvente în calcilutite.

**Sursă**

Granulele detritice pot proveni din roci magmatice acide cu caracter plutonic (granite, granodiorite), din pegmatite, din șisturi cristaline (gnaise, „porfiroide") și complexe migmatice.

Cristalele autigene provin din soluții cu caracter epigenetic (remobilizări postdiagenetice ale unor feldspați detritici).

**Semnificații genetice**

Granulele detritice proaspete pot indica un climat uscat — arid sau rece, sau un transport rapid (!! — indicațiile paleoclimatice sînt uneori îndoielnice).

Formele idiomorfe (neoformații) indică o cristalizare postdiagenetică.

**Diagnostic**

T r ă s ă t u r i   d i s t i n c t i v e  (v. tabelul 21 și fig. 1.50):

*Macroscopic:* culoarea verzuie (cînd apare).

*N*||: relieful negativ.

*N*+: maclele în grătar, extincția mai mare de 10° (pînă la 18°).

*LC:* $2V_\alpha$ între 76°—84°.

*Triclinicitate* ridicată: 0,6—1.

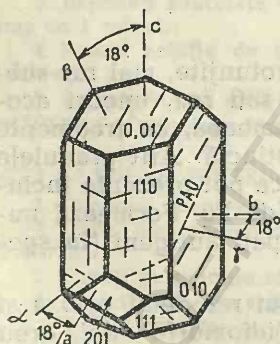



Fig. 1.50. Elemente optice și cristalografice la microclin

C o n f u z i i   p o s i b i l e :

*Ortoclaz:* nu prezintă macle în grătar; extincție dreaptă în zona (010); 2V mai mic (în jur de 60°); triclinicitate =0.

M e t o d e   s p e c i f i c e :

*Reacții în acizi:* insolubil în acizi.

*Reacții cromatice:* se colorează în galben cu cobaltnitrit (vezi mersul reacției 1—2 la metode de identificare a feldspaților).

*RX:* reflexul planului 201 dă indicații asupra procentului de albit din feldspatul potasic. Reflexele 131 și $1\bar{3}1$ permit măsurarea abaterii de la simetria monoclinică (triciclinitatea). Distanțe reticulare (*dÅ*), intensități (*I*) și indici (*hkl*) caracteristici (din A.S.T.M., 1962): 4,25—40—$20\bar{1}$, 4,05—13—111; 3,84—13—130; 3,69—13—$\bar{1}30$; 3,50—13—$11\bar{2}$; 3,38—13—220; 3,26—100— $\frac{220}{002}$;

3,04—5—131; 2,96—10—1$\bar{3}$1; 2,61—13—2$\bar{4}$1; 2,53—10—240; 2,43—10—$\bar{2}$40.

*IR:* benzi de absorbţie caracteristice la 533 $cm^{-1}$ şi 648 $cm^{-1}$; alte benzi la 585, 726, 768, 1 009 şi 1 128 $cm^{-1}$.

## 1.7.16. ORTOCLAZ

### Caractere în rocile sedimentare

A l o g e n. Apare ca granule neregulate, echidimensionale, uneori pertitice sau maclate (Carlsbad). Culoarea lor este alb-gălbuie sau roz. Granulele conţin incluziuni diferite de cuarţ, mică, rutil, zircon. Se întîlnesc granule clivate cu conture idiomorfe, dar acoperite cu pigment caolinitic.

A u t i g e n. Se întîlneşte într-o mare varietate de forme:

— cristale idiomorfe proaspete, lipsite de macle şi nepertitice. Uneori, cristalele pot îngloba calcit şi minerale argiloase (Atenţie! poate să fie confundat cu albit);

— coroane limpezi în jurul unor nuclei — granule de microclin alterate. De obicei, ortoclazul nu se află în continuitate optică cu microclinul (fig. 1.51);

— substituie fragmente fosile în special de crinoide şi briozoare;

— mulează sau înlocuieşte diverse oolite.

T r a n s f o r m ă r i. În prezenţa apelor (soluţiilor) acidulate trece în sericit şi caolinit, care apar ca puncte incolore şi respectiv pigment bruniu pe suprafaţa granulelor detritice. În prezenţa Ca şi Fe se formează epidot şi zoizit. În condiţii speciale, poate apărea ca produs secundar glauconitul. Cristalele autigene pot fi substituite de cuarţ.

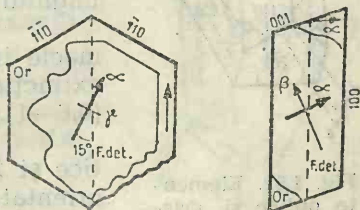


Fig. 1.51. Relaţia optică dintre feldspatul detritic şi ortoza autigenă (din Papiu, 1960)

### Ocurenţă

Granulele detritice se întîlnesc în arcoze, gresii feldspatice şi graywacke. Cristalele autigene apar de obicei în argile feldspatizate şi în calcilutite.

### Sursă

Ortoclazul detritic poate proveni din roci magmatice de tipul granitelor, granodioritelor, sienitelor, riolitelor şi dacitelor sau din

şisturi cristaline cu grad înalt de metamorfism (faciesul amfibolitelor cu sillimanit), gnaise, complexe migmatice.

Cristalele autigene pot lua naştere prin remobilizări din vechi feldspaţi în timpul recristalizării calcarelor sau al dolomitizării acestora.

**Semnificaţii genetice**

Indicator al unor faciesuri continentale postorogene şi prin aceasta important mineral de corelaţie. În funcţie de gradul său de alterare poate da indicaţii asupra duratei transportului. Formele autigene indică modificări postdiagenetice ale rocilor în care apar.

**Diagnostic**

T r ă s ă t u r i  d i s t i n c t i v e (v. tabelul 21 şi fig. 1.52):

$N||$: refringenţa scăzută; relieful negativ în raport cu balsamul sau cuarţul; unghiul dintre direcţiile de clivaj = 90°.

$N+$: extincţia dreaptă in zona (010)

*Triclinicitate:* teoretic = 0.

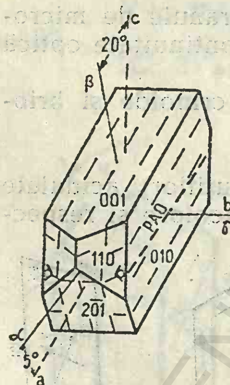



Fig. 1.52. Elemente optice şi cristalografice la ortoclaz

C o n f u z i i  p o s i b i l e:

*Cuarţ:* fără clivaj şi macle, relief mai ridicat, uniax.

*Albit:* cînd acesta nu prezintă macle polisintetice, dar atunci are indice de refracţie superior, extincţia în zona (010) diferită de 0° (16—18°), este biax pozitiv, şi are unghiul dintre clivaje de 94°.

*Microclin*: cînd acesta nu prezintă macle în grătar are 2V mai mare (80—84°), extincţia pînă la 18°, triclinicitate mare (0,6—1).

*Sanidin:* lipsa concreşterilor pertitice şi 2V mic. Planul axelor optice (PAO) orientat diferit.

M e t o d e  s p e c i f i c e:

*Reacţii în acizi:* insolubil.

*Reacţii cromatice:* cobaltinitritul îl colorează în galben după un atac prealabil cu HF (vezi mersul reacţiei la metode de identificare a feldspaţilor).

*RX:* reflexul planului $\bar{2}01$ dă indicaţii asupra procentului de albit din feldspatul potasic. Reflexele 131 şi $1\bar{3}1$ apar suprapuse de unde şi valoarea 0 a triclinicităţii. Distanţe reticulare (*d*Å), in-

tensităţi (*I*) şi indici (*hkl*) caracteristici (din A.S.T.M., 1962): 6,44—60—020; 4,25—30—$\bar{2}01$; 4,02—90—$\bar{1}11$; 3,80—80—130; 3,33—70—220; 3,18—100—$\{^{040}_{002}$; 3,00—70—131; 2,93—70—$\bar{2}22$; 2,83—60—022; 2,65—60—132; 2,53—70—$\bar{2}41$; 2,47—60—240.

*IR*: o bandă largă de absorbţie în dreptul valorii de 15,6 μ are caracter specific.

## 1.7.17. SANIDIN

### Caractere în rocile sedimentare

P i r o c l a s t. Apare sub formă de cristale tabulare idiomorfe şi de fragmente colţuroase proaspete sau alterate hidrotermal. De obicei conţin incluziuni de hematit. În jurul cristalelor de sanidin se pot dezvolta uneori coroane de anortoză. În unele cavităţi are aspect fibros.

A l o g e n. Foarte rar ca granule rulate.

T r a n s f o r m ă r i. Mai rezistent la alterare decît ortoclazul, dar trece în caolinit şi sericit. La marginea cristalelor şi în lungul clivajelor poate fi corodat de sticlă.

### Ocurenţă

În roci piroclastice aglomerate şi în tufuri ale unor roci efuzive acide (riolite) sau alcaline (trahite, bostonite).

### Sursă

Provine din fragmente de lavă şi cenuşă vulcanică. Din piroclastite remaniate.

### Semnificaţii genetice

Indică temperaturi ridicate de cristalizare.

### Diagnostic

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e (v. tabelul 21 şi fig. 1.53).

*Macroscopic:* habitusul tabular paralel (010) şi aspectul sticlos.

*N*||: relieful negativ.

*N*+: macle Carlsbad, 2V mic şi extincţia dreaptă.

C o n f u z i i p o s i b i l e:

*Ortoclaz:* concreşteri pertitice şi 2V mai mare.

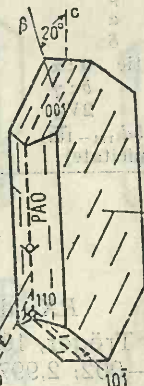



Fig. 1.53. Elemente optice şi cristalografice la sanidin

*Plagioclaz:* macle polisintetice, relief pozitiv, 2V mare.

Metode specifice:

*Reacţii în acizi:* insolubil.

*Reacţii cromatice:* cobaltinitritul îl colorează în galben după un atac prealabil cu HF (vezi mersul reacţiei la metode de identificare a feldspaţilor).

Tabelul 21

**Proprietăţile mineralelor din grupa feldspaţilor potasici**

| Grupa—Formula | Feldspaţi potasici—$KAlSi_3O_8$ | | |
|---|---|---|---|
| Varietăţi | Microclin | Ortoclaz | Sanidin |
| Sistem | Triclinic | Monoclinic | |
| Habitus | prismatic | prismatic | tabular |
| Macle | macle în grătar (Albit+Periclin) | Carlsbad Baveno | Carlsbad |
| Gr. sp. | 2,56 | 2,56 | 2,55 |
| Duritate | 6—6,5 | 6—6,5 | 6 |
| Clivaj | (001) perfect<br>(010) bun | (001) perfect<br>(010) bun | (001) perfect<br>(010) bun |
| $\gamma$ | 1,521—1,530 | 1,524—1,535 | 1,526—1,531 |
| $\beta$ | 1,518—1,526 | 1,522—1,533 | 1,525—1,530 |
| $\alpha$ | 1,514—1,523 | 1,518—1,528 | 1,519—1,525 |
| $\delta$ | 0,007 | 0,006—0,008 | 0,006—0,007 |
| Extincţie $a:\alpha$ | 18° | 3—12° | 0—9° |
| $b:\gamma$ | 18° | 0° | 0° |
| $2V_\alpha$ | 75—85° | 30—80°(65°) | 8—40° |
| $\Delta=12,5d_{(131-1\bar{3}1)}$ (triclinicitate) | 0,6—1 | 0 | 0 |
| RX | 4,25—40—$20\bar{1}$<br>3,26—100—002 | 4,02—90—$1\bar{1}1$<br>3,18—100—002 | 4,23—201<br>3,22—002 |
| IR | 533 $cm^{-1}$<br>648 $cm^{-1}$ | 15,6 $\mu$ m | 545 $cm^{-1}$<br>639 $cm^{-1}$ |

*RX:* distanţe reticulare (*d*Å) şi indici caracteristici *(hkl)* (după Tröger, 1969): 4,235—$20\bar{1}$; 3,788—130; 3,326—230; 3,284—$20\bar{2}$; 3,225—002; 2,997—131; 2,173—060.

*IR:* benzi de absorbţie caracteristice la 545 $cm^{-1}$ şi 639 $cm^{-1}$; alte benzi la 584, 720, 1 026 şi 1 113 $cm^{-1}$.

## 1.7.18. PLAGIOCLAZI

Dintre plagioclazi, termenii albit *(Ab)*, oligoclaz *(Ol)* şi andezin *(And)* sînt frecvent întîlniţi în rocile sedimentare. În descrierea caracterelor generale, ocurenţei, sursei etc., ne vom referi în special la aceşti termeni.

**Caractere în rocile sedimentare**

A l o g e n. *Albitul* apare în granule subangulare sau ușor rotunjite; granulele de dimensiuni mari sînt de obicei bine rulate; uneori granulele sînt clivate. Incluziunile frecvente sînt de cuarț, zircon, oxizi de Fe. Uneori este concrescut cu feldspatul potasic.

*Oligoclazul* apare în granule clivate sau neregulate; este cel mai frecvent termen printre plagioclazii detritici.

*Andezinul* este mai puțin frecvent; granulele pot prezenta structuri zonare.

A u t i g e n. *Albitul* este singurul plagioclaz de neoformație. Apare într-o mare diversitate de forme. Cristalele sînt prismatice pseudorombice cu dimensiuni maxime de 1—3 mm întotdeauna proaspete. Incluziunile (de calcit, minerale argiloase, oxizi de Fe), sînt dispuse în centrul cristalelor sau pe latura scurtă a secțiunii rombice și reduc transparența cristalelor; formele idiomorfe sînt diseminate în rocile în care apar, sau tapisează unele cavități. Uneori, cristalele pot prezenta macle simple Roc Tourné (fig. 1.54). Contactul cu mineralele gazdă este de obicei net, dar pot exista și contacte neregulate, cînd gazda penetrează albitul (de exemplu calcitul).

*Albitul*, de asemenea, poate forma coroane în jurul unor granule detritice de oligoclaz (sau andezin) sau poate cimenta plagioclazi bazici sparți. Orientarea optică a coroanelor poate să fie sau nu identică cu a granulului central. Substituie fosile.

P i r o c l a s t i c. Fragmente colțuroase sau cristale idiomorfe cu structuri zonare și macle polisintetice; proaspete sau în diferite grade de alterație hidrotermală. Uneori cristalele de oligoclaz pot prezenta coroane de feldspat potasic.

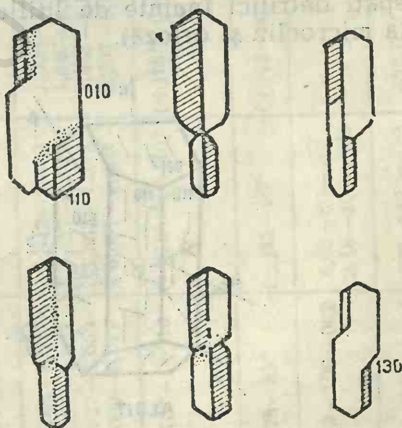



Fig. 1.54. Macle Roc Tourné în cristale de albit autigen. (din Smith, 1974)

T r a n s f o r m ă r i. *Albitul* poate trece în sericit și caolinit. *Oligoclazul* este cel mai stabil dintre plagioclazi. *Andezinul* mai frecvent alterat; se formează sericit, caolinit, calcit și epidot. Atît

granulele detritice cît și cristalele autigene pot fi corodate de calcit, cuarț și minerale argiloase.

**Ocurență**

Granulele detritice se pot întîlni în diverse tipuri de roci sedimentare, dar în special în graywacke (în cantități mai mari decît feldspații potasici), graywacke litice, gresii feldspatice, siltite. Plagioclazi de neoformație, în diverse forme, se întîlnesc în gresii feldspatice (diseminații, coroane și vinișoare), în argile (cu dimensiuni mai mari decît în alte roci), în calcare micritice (cu ∅ 0,2—0,05 mm), în calcilutite și calcarenite. Feldspații plagioclazi sînt frecvent întîlniți în rocile piroclastice.

**Sursă**

Granulele detritice provin din roci magmatice, plutonice și efuzive sau din roci metamorfice: *Ab* din granite, sienite, riolite, trahite, spilite, pegmatite, șisturi cloritoase cu porfiroblaste de albit; *Ol* din granite, granodiorite, riolite, dacite, porfire, gnaise, paragnaise; *And* din diorite, andezite, bazalte, diabaze, amfibolite. Cristalele autigene apar pe seama remobilizărilor unor feldspați detritici înainte de litificarea rocii (vezi pentru comparație la microclin și ortoză).

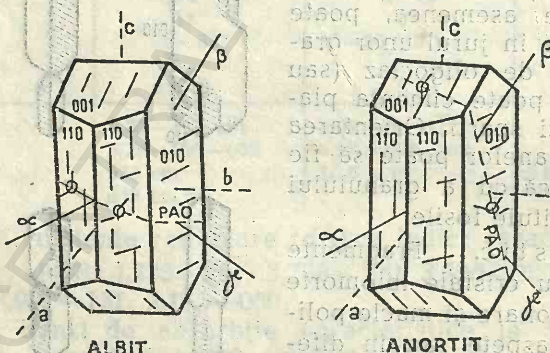



Fig. 1.55. Elemente optice și cristalografice la albit și anortit.

**Semnificații genetice**

Forma și gradul de alterare ale plagioclazilor detritici pot da unele indicații referitoare la condițiile de transport și climă. (Atenție! indicațiile paleoclimatice pot fi de multe ori relative). Com-

*Tabelul 22*

**Proprietățile mineralelor din grupa feldspaților plagioclazi**

| Grupa-Formula | Feldspați plagioclazi $NaAlSi_3O_8 - CaAl_2Si_2O_8$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Clasificare | ALBIT | OLIGOCLAZ | ANDEZIN | LABRADOR | BYTOWNIT | ANORTIT |
| Compoziție | 0—10% An | 10—30% An | 30—50% An | 50—70% An | 70—90% An | 90—100% An |
| Habitus | Tabular prismatic | | | | | |
| Macle | Polisintetice și complexe: Albit (010); Carlsbad, Periclin (001), Albit-Carlsbad, etc. | | | | | |
| Gr. sp.<br>Durit.<br>Clivaj | 2,62<br>6—6,5<br>(001) perfect<br>(010) bun | 2,65<br>6—6,5<br>(001) perfect<br>(010) bun | 2,67<br>6<br>(001) perfect<br>(010) bun | 2,69<br>6<br>(001) perfect<br>(010) bun | 2,73<br>6<br>(001) perfect<br>(010) bun | 2,77<br>6<br>(001) perfect<br>(010) bun |
| $\gamma$<br>$\beta$<br>$\alpha$<br>$\sigma$ | 1,538—1,542<br>1,531—1,537<br>1,527—1,533<br>0,009—0,011 | 1,542—1,550<br>1,537—1,547<br>1,533—1,543<br>0,007—0,009 | 1,550—1,561<br>1,547—1,558<br>1,543—1,553<br>0,007—0,008 | 1,561—1,573<br>1,558—1,568<br>1,533—1,564<br>0,008—0,009 | 1,573—1,585<br>1,568—1,579<br>1,564—1,573<br>0,009—0,012 | 1,585—1,590<br>1,579—1,585<br>1,573—1,577<br>0,012—0,013 |
| Extincție max. zona ⊥ (010) | (—)18°—(—)10° | (—)10°—(+)15° | (+)15°—(+)27° | (+)27°—(+)40° | 40° | — |
| 2V | (+)75—83° | (±)83—90° | (±)75—90° | (+)75—90° | (—)77—90° | (—)74—77° |
| RX | 3,19—100—002 | 4,03—80—$\overline{2}$01<br>3,18—100—040 | | 3,22—100—040 | | 3,20—100—040 |
| IR | 529, 645 cm$^{-1}$ | 532, 643 cm$^{-1}$ | 537,632 cm$^{-1}$ | 538, 625 cm$^{-1}$ | | |

poziţia lor, cînd se menţine constantă, poate da indicaţii privind ariile sursă.

**Diagnostic**

Trăsături distinctive (v. tabelul 22 şi fig. 1.55):

*N*||: incolor; unghiul de clivaj (001) : (010)=94°. Relieful puţin accentuat în raport cu balsamul, astfel: *Albitul* — slab negativ; *Oligoclazul* nul sau slab pozitiv; *Andezinul* — pozitiv.

*N*+: maclele polisintetice de tipurile Albit sau Periclin şi birefringenţa de ord. I — cenuşiu.

*LC:* 2V mare.

Confuzii posibile:

*Cuarţ:* fără clivaj, uniax pozitiv.

*Feldspat potasic:* relief inferior, unghiul de clivaj dintre (001) şi (010)=90°.

*Cordierit:* formează produse de alteraţie gălbui.

Metode specifice:

*Reacţii în acizi:* plagioclazii bazici încep să fie atacaţi în HCl.

*Reacţii cromatice:* se colorează în roşu cu rodizonat şi cobaltnitrit. Tratat numai cu cobaltnitrit după atac prealabil cu HF nu se colorează în raport cu feldspatul potasic, care devine galben. (Pentru mersul reacţiilor vezi metode de identificare a feldspaţilor.)

*RX:* se aplică pentru determinarea conţinutului în anortit. La cristale cu $An_{20-40}$ se foloseşte relaţia $2\theta\ (131) - 2\theta\ (1\bar{3}1)$. Pentru conţinuturi de pînă la 20% *An*, relaţia $2\theta\ (111) - 2\theta\ (1\bar{1}1)$.

Distanţe reticulare *(dÅ)*, intensităţi *(I)* şi indici *(hkl)* caracteristici (din A.S.T.M., 1962):

*Albit:* 6,39—20—001; 4,03—15—$20\bar{1}$; 3,85—7—$1\bar{1}1$; 3,78—25—111; 3,196—100—002; 2,964—9—$1\bar{3}1$; 2,866—7—131; 2,563—7—$24\bar{1}$.

*Oligoclaz:* 6,38—60—001; 4,03—80—$20\bar{1}$; 3,86—50—$1\bar{1}1$; 3,76—70—111; 3,20—80—$20\bar{2}$; 3,18—100—040; 2,98—60—$1\bar{3}1$; 2,84—60—131; 2,55—60—$24\bar{1}$.

*IR:* benzi de absorbţie caracteristice pentru diverşi termeni:

Albit ($An_2$): 529 şi 645 $cm^{-1}$;
Oligoclaz ($An_{28}$): 532 şi 643 $cm^{-1}$;
Andezin ($An_{43}$): 537 şi 632 $cm^{-1}$;
Labrador ($An_{52}$): 538 şi 625 $cm^{-1}$.

## E. ZEOLIŢI

Zeoliţii sînt alumosilicaţi hidrataţi de Na, K şi Ca cu răspîndire redusă în rocile sedimentare. Din cele peste 30 de specii minerale existente în natură, numai cîteva se formează prin procese exogene şi pot prezenta importanţă în domeniul sedimentar:

analcimul — $Na(AlSi_2O_6) \cdot H_2O$;
heulanditul — $(Ca, Na_2)Al_2Si_7O_{18} \cdot 6H_2O$;
phillipsitul — $(Ca, Na, K)_3Al_3Si_5O_{16} \cdot 6H_2O$;
laumontitul — $CaAl_2Si_4O_{12} \cdot 4H_2O$;
mordenitul — $(Na_2K_2Ca)Al_2Si_{10}O_{24} \cdot 7H_2O$.

**Caractere în rocile sedimentare**

Sînt minerale autigene şi apar în rocile sedimentare cu caracter diagenetic sau epigenetic. Se prezintă: sub formă de cristale idiomorfe (0,01—0,05 mm) diseminate; ca mase granulare sau agregate radiare şi lamelare; ca pseudomorfoze după feldspaţi bazici şi sticlă vulcanică; sub formă de ciment în unele roci detritice.

*Analcim:* cristale octaedrice, mase granulare încadrate de zone poroase, ciment. Poate fi înlocuit de laumontit.

*Heulandit:* cristale lamelare cu habitus rombic, cruste.

*Phillipsit:* cristale izolate adesea maclate în cruce, agregate radiare; uneori ca sferolite.

*Laumontit:* frecvent epigenetic pe feldspaţi şi sticlă vulcanică; ca ciment.

*Mordenit:* cristale prismatice diseminate sau agregate în rozete

**Ocurenţă**

Cel mai frecvent sînt întîlniţi în roci piroclastice sau în roci detritice cu material vulcanic. Subordonat apar în roci argiloase. Astfel:

*Analcim:* în gresii arcoziene şi graywacke unde substituie feldspaţii; în strate formate din pînă la 30% analcim alături de laumontit, cuarţ, calcit; în siltite şi argile, alături de montmorillonit; ca filme în depozite lacustre sau cărbunoase.

*Heulandit:* ca produs de alterare a tufurilor (varietatea *clinoptilotit*), argilelor bentonitice şi bentonitelor; în gresii cu material vulcanic sub formă de cruste; în nisipuri miocene.

*Phillipsit:* în sedimente calcaroase şi argile roşii de mare adîncă.

*Laumontit:* în gresii arcoziene și graywacke; în tufuri din zone de adîncime mai mare, asociat cu prehnit, calcit, sericit.

*Mordenit:* în gresii și siltite alături de analcim; în argile bentonitice și tufuri; în unele crete asociat cu hidromice, caolinit și glauconit.

**Sursă**

Iau naștere prin acțiunea soluțiilor saline asupra argilelor, calcarelor sau bentonitelor. De asemenea, prin alterarea submarină (halmiroliză) a produselor piroclastice.

**Diagnostic**

T r ă s ă t u r i   d i s t i n c t i v e (v. tabelul 23):

În secțiuni subțiri, zeoliții sînt incolori, cu refringență și birefringență scăzute. Sub efectul dispersiei, la contactul cu balsamul sau cuarțul se colorează în roz. Au greutăți specifice mici.

C o n f u z i i   p o s i b i l e:

*Opal:* izotrop, teste ATD.

*Sticla vulcanică:* izotrop.

*Feldspații autigeni:* teste ATD, RX.

M e t o d e   s p e c i f i c e:

*Reacții în acizi:* analcimul se gelatinizează în HCl; ceilalți zeoliți se dizolvă.

*Reacții pirognostice:* prin încălzire își măresc volumul.

*ATD:* prin încălzire elimină apa la temperaturi cuprinse între 80 și 400°C. Eliminarea apei se face continuu, fiind înregistrată pe curbe printr-un efect endotermic larg. La temperaturi de peste 1 000°C au loc transformări polimorfe și fenomene de topire.

*RX:* cînd se dispune de cantități suficiente în stare pură este recomandabil să se aplice această analiză.

Distanțe reticulare *(dÅ)*, intensități caracteristice și indici *(hkl)* (Deer, 1967):

*Analcim:* 5,61—8—211; 3,43—10—400; 2,925—8—332; 2,693—5—431; 2,505—5—521; 1,903—5—640; 1,743—6—732.

*Heulandit:* 8,90—10; 3,89—3; 2,97—4.

*Mordenit:* 9,10—9—200; 6,61—9—111; 4,525—8—330; 3,999—9—150; 3,483—10—202; 3,393—9—060; 3,222—10—530.

*Laumontit:* 9,42—10; 6,81—8; 4,16—10; 3,49—8; 3,32—10.

*Phillipsit:* 7,64—100; 6,91—100; 4,25—70; 4,07—70; 3,18—100; 2,71—70.

*IR:* spectrofotometria de absorbție în infraroșu pune foarte clar în evidență apa cu caracter zeolitic.

Tabelul 23

Proprietățile mineralelor din grupa zeoliților

| Mineralul | Analcim | Heulandit | Phillipsit | Laumontit | Mordenit |
|---|---|---|---|---|---|
| Formula | $Na(AlSi_2O_6) \cdot H_2O$ | $(Ca, Na_2)Al_2Si^7O_{18}$ | $(Ca, Na, K)_6Al_6Si_5O_{16} \cdot 6H_2O$ | $CaAl_2Si_4O_{12} \cdot 4H_2O$ | $(Na_2K_2Ca)Al_2Si_{10}O_{24} \cdot 7H_2O$ |
| Sistemul | cubic | monoclinic | monoclinic | monoclinic | rombic |
| Forme de agregare | mase granulare agregate radiare | cristale izolate agregate lamelare | agregate radiare | agregate radiare | rozete |
| Habitus | cubic | tabular | prismatic | prismatic | fibros |
| Gr. sp. | 2,24–2,29 | 2,1–2,2 | 2,2 | 2,2–2,3 | 2,12–2,15 |
| Durit | 5,5 | 3,5–4 | 4–4,5 | 3–3,5 | 3–4 |
| Clivaj | (001) f. slab | (010) perfect | (010) și (100) bun | (010)(110) bun | — |
| Culoare | incolor | incolor | incolor | incolor | incolor |
| n γ | | 1,500–1,512 | 1,514–1,486 | 1,525–1,514 | 1,487–1,477 |
| n β | 1,479–1,493 | 1,493–1,502 | 1,509–1,484 | 1,522–1,512 | 1,485–1,475 |
| n α | | 1,491–1,505 | 1,504–1,483 | 1,514–1,502 | 1,483–1,472 |
| δ | izotrop | 0,006 | 0,010–0,003 | 0,010 | 0,005 |
| Extincție | | c : β=0–32° | c : γ=10–29° | c : γ=20–36° | 0° |
| 2V | anormal 0–85° | (+)10–55° | (+)60–80° | (−)26–47° | (−)76–104° |
| Reacții specifice | cu HCl gelatinizează | solubil în HCl | solubil în HCl | solubil în HCl | solubil în HCl |
| RX | 3,43 Å–10–400 | 8,90 Å–10 | 7,64 Å–100; 6,91 Å–100; 3,18 Å–100; | 9,42 Å–10; 4,16 Å–10; 3,32 Å–100; | 3,48 Å–10–202; 3,22 Å–10–530 |

## 1.8. MINERALE GRELE

Termenul „minerale grele" este convențional și se referă, de obicei, la constituenții accesorii ai depozitelor terigene a căror greutate specifică este mai mare de 2,9 (valoarea greutății specifice a bromoformului). În diferitele depozite — roci detritice coerente (gresii, conglomerate), nisipuri, aluviuni recente sau soluri — mineralele grele formează asociații caracteristice, care permit, aproape întotdeauna, stabilirea unor arii sursă, servind deci ca minerale de corelație. O anumită asociație de minerale grele (zircon — turmalină — rutil) poate constitui, în lipsa feldspaților, un indice de maturitate al gresiilor care o conțin.

Determinarea conținutului de minerale grele dintr-un depozit anumit sau o succesiune de depozite, permite stabilirea de zone mineralogice comparabile ca semnificație cu zonele fosilifere din acestea. Nu de puține ori, concentrațiile de minerale grele — magnetit, ilmenit, monazit, zircon etc. — pot avea valoare economică.

Rezultă, din acestea, însemnătatea pe care o poate avea studiul complex al acestor minerale pentru stratigrafie, petrografie sedimentară, paleogeografie, dar și pentru sedimentologie, oceanografie, tectonică și metalogeneză.

Obținerea concentratelor de minerale grele în vederea identificării lor este totdeauna o operațiune laborioasă, care necesită o aparatură și tehnică specială.

### PRELUCRAREA PROBELOR

În vederea separării mineralelor grele, probele recoltate — roci coerente (gresii, conglomerate, argile etc.) sau mobile (nisipuri vechi, aluviuni recente sau soluri) — sînt supuse unor tratamente speciale care să permită în final obținerea concentratelor. Aceste tratamente sînt: dezagregarea, spălarea și sitarea.

**Dezagregarea.** Rocile coerente sînt supuse operației de dezagregare diferențiat, în funcție de natura acestora și cimentul sau matricea care leagă particulele constituente.

Rocile argiloase sau sedimentare fin granulare pot fi uneori dezagregate prin menținerea în apă, timp îndelungat.

Gresiile, conglomeratele, calcarele etc., pentru a fi dezagregate în elementele componente sînt supuse înghețului și dezghețului repetat sau se tratează cu acizi.

*Tabelul 24*

**Disoluţia selectivă şi dezagregarea rocilor în funcţie de produsele chimice utilizate**

| Natura cimentului \ Produşi chimici folosiţi | HCl 5% la rece | HCl 10% la cald | $CH_3-CO_2H$ 5% la rece | $CH_3-CO_2H$ 5% la cald | $CH_3-CO_2H$ pur anhidru + sulfat de Cu anhidru | $HNO_3$ 10% la cald | $CO_2H-CO_2H$ 10% la cald în prezenţa Al | HF 5% la rece | Petrol | Hiposulfit sau acetat de Na | Hiposulfit Na+$H_2O_2$ | $H_2O_2$ sau tiosulfat de Na | Pirofosfat sau hexametafosfat de Na+$H_2O_2$ | NaOH sau KOH | Azot lichid | Acid iodhidric+hipofosforic+clorhidric |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Calcitic | ×× | | ×× | | | | | | | | | | | | ×× | |
| Calcar argilos, dolomitic sau grezos | | | | | ×× | | | | | | | | | | ×× | |
| Dolomitic | | ×× | | | | | | | | | | | | | ×× | |
| Sideritic | | ×× | | | | | | | | | | | | | ×× | |
| Feruginos | | ×× | | ×× | | | ×× | | | | | | | | ×× | |
| Sulfuri de Fe | | | | | | ×× | | | | | | | | | ×× | |
| Argilos | | | | | | | | ×× | ×× | ×× | ×× | | | | ×× | |
| Silicios puţin consolidat | | | | | | | | | | ×× | | | | ×× | | |
| Gipsos | | | | | | | | | | | | | | | | ×× |
| Bogat în fragmente biotice | | | | | | | | | | | | ×× | | | | |

*a.* Înghețul și încălzirea (repetate) se fac, de obicei, folosind o soluție concentrată de acetat sau tiosulfat de sodiu și clorură de Na în care se scufundă un eșantion încălzit. Se lasă eșantionul pînă absoarbe această soluție și apoi, răcindu-se, i se adaugă cîteva cristale de sare care să inițieze cristalizarea ei în eșantion și să ușureze astfel dezagregarea.

*b.* Tratarea cu acizi se efectuează diferențiat, în funcție de natura cimentului sau a matricei, avînd grijă să nu se distrugă elementele componente. În tabelul 24 sînt indicați reactivii folosiți pentru fiecare tip de ciment.

Cele mai folosite tratamente sînt cele cu HCl, acid acetic și HF.

**1. Tratarea cu acid clorhidric**

DOMENIU DE APLICARE: pentru rocile cu ciment calcitic, dolomitic, sideritic sau matrice feruginoasă.

DEZAVANTAJE: distruge o parte din mineralele accesorii (apatit, monazit, thorit, clorit, olivină).

MOD DE LUCRU: Dezagregarea se începe prin atac cu HCl 0,03 N — N/20, la rece; cantitatea de roci atacată depinde de proporția de reziduu greu pe care o poate conține, iar cantitatea de HCl concentrat, necesar dezagregării, ajunge pînă la de 5 ori greutatea rocii supusă atacului; pentru eșantioanele cu ciment dolomitic, sideritic sau matrice feruginoasă se folosește HCl N/10—N/20, la cald.

**2. Tratarea cu acid acetic**

DOMENIU DE APLICARE: pentru rocile cu ciment calcitic sau feruginos.

DEZAVANTAJE: cantitatea mare de reactiv folosit și durata lungă a operațiunilor.

MOD DE LUCRU: se folosește acid acetic 57%, la rece, pentru calcit și la cald pentru hidroxizi de Fe. Pentru a evita dizolvarea testelor de microfaună, eșantionul se usucă în etuvă la 100° și se atacă apoi cu acid acetic pur, anhidru, în prezența sulfatului de cupru anhidru; nămolul obținut după un număr de zile sau luni (! !) se neutralizează cu amoniac și se spală într-o sită.

**3. Tratarea cu acid fluorhidric**

DOMENIU DE APLICARE: pentru rocile cu ciment cuarțitic, silicios sau matrice argiloasă.

DEZAVANTAJE: unele minerale pot fi dizolvate de acid; în timpul reacției se degajă o cantitate mare de căldură.

MOD DE LUCRU: Se folosește de obicei acid fluorhidric diluat în proporție de 1/5, 1/10 și în cantitate de pînă la 10 ori mai mult decît greutatea probei supusă dezagregării; procesul se desfășoară în general rapid; acidul se pune într-un vas cu plumb și apoi se introduce proba; după dezagregare, gelul de silice obținut se îndepărtează prin spălare cu apă, iar reziduu greu se spală cu KOH sau NaOH; dintre mineralele grele rezistente la acest atac, cităm: beril, rutil, anataz, brookit, ilmenit, magnetit, hematit, cromit, spinel, corindon, casiterit, zircon, xenotim, topaz, fluorină, staurolit, andaluzit, disten, sillimanit, turmalină, granați, mice.

**Spălarea.** Materialul dezagregat și probele mobile sînt supuse spălării în vederea îndepărtării peliculelor care acoperă granulele minerale.

Oxizii de Fe sînt de obicei îndepărtați cu acid oxalic, acid tartric sau acid fosforic. În cazul unor cruste persistente mai groase se adaugă clorură de staniu care accelerează solubilizarea.

Granulele acoperite cu pelicule bituminoase, se spală inițial cu un amestec de eter și sulfură de carbon și apoi cu alcool.

Peliculele piritoase se îndepărtează prin fierbere cu acid sulfuric diluat (atenție! există posibilitatea dizolvării anumitor granule).

Pentru îndepărtarea peliculelor calcitice (carbonatice), reziduul greu se fierbe de obicei în HCl 50%; uneori se impune o separare inițială a granulelor solubile în acizi.

**Sitarea.** Rocile dezagregate și probele mobile — după spălare și uscare — se sitează în vederea obținerii unor fracțiuni granulometrice apropiate, care să permită o bună examinare a materialului, în vederea identificării lui.

De obicei, granulele se trec prin 2—3 site pentru a se obține următoarele grupe de dimensiuni:

— fracțiunea > 0,250 mm;
— fracțiunea 0,200—0,125 mm;
— fracțiunea < 0,125 mm.

Dimensiunile mai mici nu permit o bună observare a caracterelor externe pe care le prezintă un granul.

## SEPARAREA MINERALELOR ȘI OBȚINEREA CONCENTRATELOR

Tehnica separării urmărește obținerea unui mineral sau a unei asociații de minerale, plecînd de la cunoașterea și folosirea anumitor proprietăți fizice a acestora, ca: densitatea, susceptibilitatea magnetică, conductibilitatea electrică, energia superficială, radioactivitatea. În cazul unei asociații foarte eterogene, este dificil a realiza o separare completă a tuturor speciilor minerale. De obicei, se ajunge la separarea a două sau mai multe grupe care nu mai conțin constituenți comuni (de ex.: magnetitul separat într-o grupă, nu se va mai găsi în celelalte), ceea ce ușurează foarte mult determinările, mai ales atunci cînd nu se cer și estimări cantitative.

Metodele de separare cele mai folosite sînt separarea cu lichide grele și separarea magnetică.

**Separarea cu lichide grele.** Metoda are la bază proprietatea mineralelor de a flota sau decanta în lichide cu greutate specifică mai mare şi, respectiv, mai mică decît a lor; de aici, metoda de separare prin flotare sau decantare.

Scopul separării îl constituie obţinerea unor concentrate cu greutate specifică mai mică şi mai mare decît a lichidului folosit (întotdeauna cu densitate cunoscută şi nu mai mare de 5,3).

Lichidele folosite pentru separare trebuie să îndeplinească următoarele cerinţe:

— să aibă densitatea apropiată de a mineralelor care se separă;
— să nu reacţioneze cu mineralele;
— să fie miscibile în solvenţi obişnuiţi;
— să fie transparente;
— să fie stabile în condiţiile de lucru şi să nu prezinte toxicitate.

Lichidele dense care se folosesc, de regulă, sînt: bromoformul, iodura de metilen, lichidul Clerici şi amestecuri de lichide.

*Bromoformul* — $CHBr_3$; gr. sp.=2,890 la 20°; $T_{fierb}=149{,}5°C$; $N=1{,}598$ la 19°; $T_{îngh}=6—7°C$.

Permite separarea fracţiunii uşoare (gr. sp. $< 2{,}9$) de fracţiunea grea (gr. sp. $> 2{,}9$).

Este un lichid transparent, incolor sau galben deschis, relativ stabil cînd nu este expus luminii, inert faţă de minerale şi uşor solubil în alcool etilic, eter, acetonă, benzol etc. Lichidul este însă toxic (!) şi volatil şi de aceea se foloseşte în spaţii aerisite (cu ventilator).

*Iodura de metilen* — $CH_2I_2$; gr. sp.=3,325 la 20°C; $T_{fierb}=180°C$; $N=1{,}756$ la 10°C; $T_{îngh}=5—6°C$.

Permite separări în cadrul fracţiunii grele, astfel: o fracţiune cu gr. sp. cuprinsă între 2,9—3,3, corespunzătoare în general silicaţilor; o fracţiune cu gr. sp. peste 3,3, corespunzătoare oxizilor, sulfurilor şi mai puţin silicaţilor.

Lichid uşor vîscos, transparent, gălbui, inert faţă de minerale şi solubil în eter, benzen, acetonă, xilen etc. Este toxic (!) şi se descompune la lumină (se păstrează în flacoane vopsite).

*Lichidul Clerici:* amestec de 10 părţi malonat de thaliu; 10 părţi formiat de thaliu; 1 parte apă.

Gr. sp.=4,067 la 12°; 4,65 la 50°; 5,10 la 100°. $N=1{,}676$ la 21°C.

Este un lichid transparent, gălbui, stabil şi inert faţă de minerale; solubil în apă caldă. Este vîscos, foarte toxic şi coroziv pentru ţesuturile organice (!!). Este însă singurul lichid cu gr. sp.$>5$ (cînd este folosit în baia termostatică).

*Amestecuri de lichide.* Se apelează la constituirea de amestecuri pentru obținerea unor densități intermediare, atunci cînd sînt necesare separări de detaliu în cadrul fracțiunii grele.

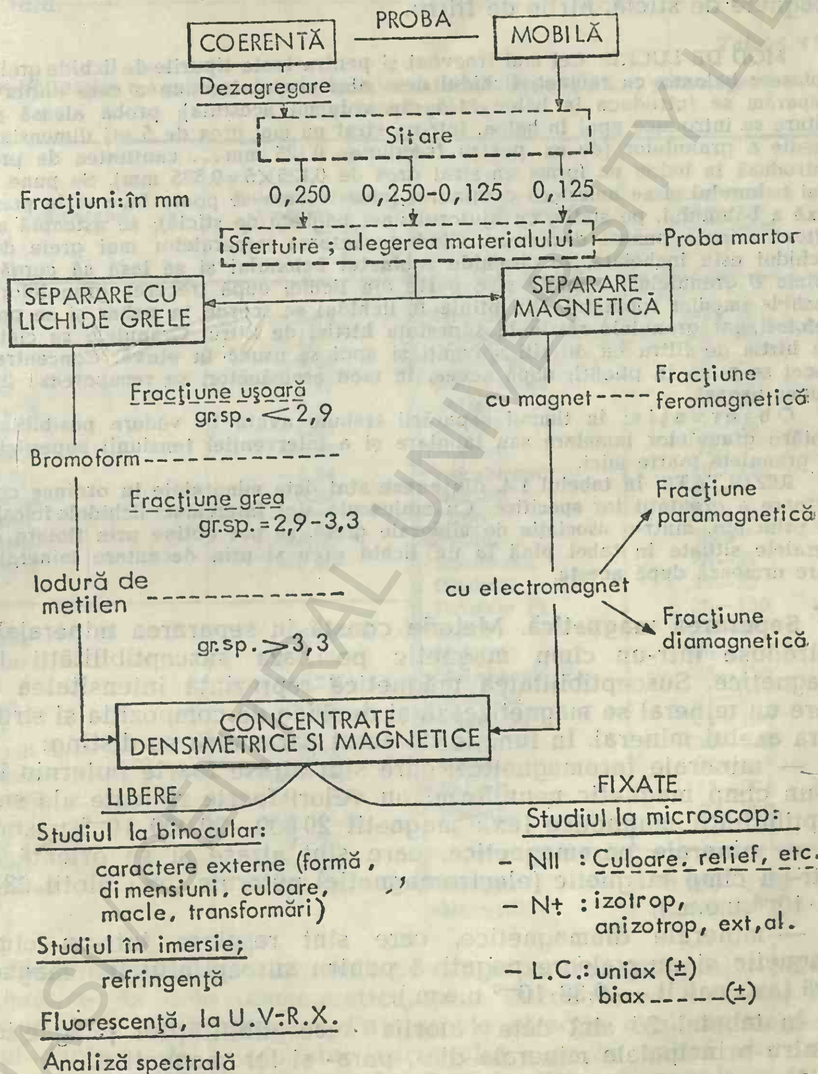



Fig. 1.56. Schema de separare a mineralelor grele și metodele lor de studiu

A p a r a t u r a  n e c e s a r ă pentru separări densimetrice curente: pîlnii cu robinet, pîlnii simple, baloane cotate de 250 și 500 cm$^3$; pahare Berzelius, capsule de porțelan, sticle de ceas, baghete de sticlă, hîrtie de filtru.

MOD DE LUCRU: Cel mai frecvent și pentru toate tipurile de lichide grele se folosesc baloane cu robinet; lichidul dens ales pentru fracțiunea care dorim s-o separăm se introduce în balon (4/5 din volumul acestuia); proba aleasă prin sitare se introduce apoi în balon, într-un strat nu mai gros de 5 ori dimensiunea medie a granulelor (de ex. pentru fracțiunea 0,125 mm... cantitatea de probă introdusă în balon va forma un strat gros de $0{,}125 \times 5 = 0{,}625$ mm). Se pune dopul balonului și se amestecă conținutul (amestecarea se poate face și în poziția fixă a balonului, pe stativ, cu ajutorul unei baghete de sticlă); se așteaptă apoi cîteva minute pentru decantare. Cînd decantarea mineralelor mai grele decît lichidul este încheiată, se deschide robinetul balonului și se lasă să curgă în pîlnia *B* granulele decantate și o parte din lichid; după trecerea granulelor se închide imediat robinetul. Din pîlnia *B*, lichidul se scurge în pahar și se poate refolosi, iar granulele rămîn la suprafața hîrtiei de filtru. Granulele se clătesc pe hîrtia de filtru cu diferiți solvenți și apoi se usucă în etuvă. Concentratul uscat se pune în plicuri; după aceea, în mod asemănător, se recuperează fracțiunea ușoară.

O b s e r v a ț i e: în timpul separării trebuie avută în vedere posibilitatea flotării granulelor lamelare sau tabulare și a intervenției tensiunii superficiale la granulele foarte mici.

REZULTATE: În tabelul 1.4. din anexe sînt date mineralele în ordinea crescătoare a greutății lor specifice. Cu majuscule sînt intercalate lichidele folosite; în principiu, dintr-o asociație de minerale grele, se pot obține prin flotare mineralele situate în tabel pînă la un lichid greu și prin decantare mineralele care urmează după acesta.

**Separarea magnetică.** Metoda constă în separarea mineralelor introduse într-un cîmp magnetic pe baza susceptibilității lor magnetice. Susceptibilitatea magnetică reprezintă intensitatea cu care un mineral se magnetizează și depinde de compoziția și structura acelui mineral. În funcție de acest parametru se disting:

— minerale feromagnetice, care sînt atrase foarte puternic într-un cîmp magnetic neuniform; au valori foarte ridicate ale susceptibilității magnetice (ex.: magnetit 20 000—80 000 $10^{-6}$ u.e.m.);

— minerale paramagnetice, care sînt atrase și se orientează într-un cîmp magnetic (electromagnetic) puternic (ex.: biotit 28—45$\cdot 10^{-6}$ u.e.m.);

— minerale diamagnetice, care sînt respinse într-un cîmp magnetic și au valoare negativă pentru susceptibilitatea magnetică (ex.: calcit — $0{,}38 \cdot 10^{-6}$ u.e.m.).

În tabelul 25 sînt date valorile susceptibilităților magnetice pentru principalele minerale dia-, para- și feromagnetice.

În metoda separării magnetice se folosesc *magnetul natural* și *electromagnetul*.

*Magnetul natural* se folosește pentru separarea granulelor feromagnetice, în special a magnetitului. Operațiunea se realizează cu magnetul, în baie magnetică sau cu magneți de construcție specială.

*Tabelul 25*

**Susceptibilitățile magnetice ale principalelor minerale diamagnetice, paramagnetice și feromagnetice**

| Mineralul | Susceptibilitate magnetică $x \cdot 10^{-6}$ u.e.m. | Mineralul | Susceptibilitate magnetică $x \cdot 10^{-6}$ u.e.m. |
|---|---|---|---|
| Apatit | −2,64 | Sfen | 10−22 |
| Gips | −1,0 | Pleonast | 10−25 |
| Cuarț | −0,46 | Grossular Fe | 13−47 |
| Topaz | −0,42 | Hedenbergit | 15−25 |
| Aragonit | −0,41 | Actinot | 15−25 |
| Calcit | −0,38 | Olivină | 15−35 |
| Ortoză | −0,37 | Monazit | 18,9 |
| Corindon | −0,34 | Hornblendă | 19−23 |
| Celestină | −0,34 | Goethit | 21−25 |
| Baritină | −0,31 | Pirop | 21−50 |
| Fluorină | −0,28 | Epidot | 23,9 |
| Casiterit | −0,08 | Schorlomit | 25−31 |
| | | Piroluzit | 25−32 |
| | | Piroxeni Fe | 26−130 |
| Distent | 0,01 | Biotit | 28−45 |
| Zircon | 0,13 | Melanit | 36 |
| Pirit | 0,21 | Hornblendă Fe | 38−130 |
| Spinel | 0,62 | Andradit | 51−93 |
| Beril | 0,68 | Almandin | 51−120 |
| Dolomit | 0,92 | Cromit | 53−125 |
| Marcasit | 1,0− 4,0 | Siderit | 56−64 |
| Muscovit | 1,0− 4,0 | Ilmenit | 113−271 |
| Rutil | 2,0−15,0 | Hematit | 172−290 |
| Pirop ferifer | 10−20 | | |
| Grossular | 10−20 | | |
| Turmalină | 10−22 | Pirotină | 1 500−6 100 |
| | | Magnetit | 20 000−80 000 |

*Electromagnetul* se folosește pentru separarea granulelor paramagnetice de cele diamagnetice, prin introducerea acestora în cîmpul unui electromagnet. Puterea de atracție a electromagnetului depinde de intensitatea curentului care se aplică, de distanța dintre polii electromagnetului și de distanța granulelor față de poli.

Tabelul 26

| Minerale | Magnet nat. | Fracțiune paramagnetică atrasă într-un cîmp electromagnetic corespunzător la . . . amperi 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 1 | A/max. | Fracțiune diamagnetică Neatras |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *gr. sp. < 2,9* | | | | | | | | | | | |
| Beril | | | | | | | | | | | — |
| Calcit | | | | | | | | | | | — |
| Clorit | | | — | — | — | — | | | | | |
| Cuarț | | | | | | | | | | — | — |
| Feldspați | | | | | | | | | — | — | — |
| Glauconit | | | | — | — | — | | | | | |
| Gips | | | | | | | | | | | — |
| Muscovit | | | | | | | | | | | — |
| Zeoliți | | | | | | | | | | | — |
| *gr. sp. 2,9—3,3* | | | | | | | | | | | |
| Andaluzit | | | | | | | | | | — | — |
| Apatit | | | | | | | | | | — | — |
| Aragonit | | | | | | | | | | | — |
| Biotit | | | — | — | — | — | | | | | |
| Clinozoizit | | | | | | | | — | — | — | |
| Dolomit | | | | | | | | | | | — |
| Fluorină | | | | | | | | | | | — |
| Hornblendă | | | | — | — | — | — | — | — | | |
| Olivină | | | | — | — | — | — | | | | |
| Sillimanit | | | | | | | | | — | — | — |
| Spodumen | | | | | | | | | | | — |
| Turmalină | | | | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Zoizit | | | | | | | | | — | — | — |
| *gr. sp. > 3,3* | | | | | | | | | | | |
| Allanit | | — | — | — | — | — | — | — | | | |
| Anataz | | | | | | | | | | | — |
| Augit | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| Baritină | | | | | | | | | | | — |
| Brookit | | | | | | | | | | | — |
| Casiterit | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Cromit | — | — | — | — | — | — | — | — | | | |
| Corindon | | | | | | | | | | | — |
| Disten | | | | | | | | | | — | — |
| Epidot | | | | | — | — | — | — | | | |
| Granați | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| Hematit | — | — | — | — | — | — | — | — | | | |
| Ilmenit | — | — | — | — | — | — | — | | | | |
| Limonit | | | | — | — | — | — | — | — | | |
| Magnetit | — | | | | | | | | | | |
| Monazit | | | | | — | — | — | — | — | — | |
| Oxizi Mn | | | — | — | — | — | | | | | |
| Pirit | | | | | | | | | | | — |
| Rutil | | | | | — | — | — | — | — | — | — |
| Siderit | | — | — | — | — | | | | | | |
| Sfen | | | | | — | — | — | — | — | — | — |
| Staurolit | | | | | — | — | — | — | — | — | |
| Topaz | | | | | | | | | | | — |
| Xenotim | | | | | — | — | — | — | — | — | |
| Zircon | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

(din Parfenoff, cu modificări)

Pentru separări de precizie se folosește separatorul izodinamic Frantz la care este posibilă o reglare permanentă a intensității curentului la valori de 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,8 și 1 amperi. Există astfel, posibilitatea ca în funcție de susceptibilitatea magnetică a granulelor să se separe fracțiunile minerale: pentru valorile ridicate ale acesteia va fi necesară o intensitate scăzută a curentului (0,1, 0,2 A) și invers.

În tabelul 26 sînt date intervalele în amperi la care sînt atrase diferitele minerale din fracțiunea ușoară și grea, separate prin metode densimetrice.

## STUDIUL MINERALELOR GRELE

Concentratele de minerale grele obținute prin separarea densimetrică, magnetică etc.) sînt supuse unui studiu detaliat în vederea identificării speciilor minerale care le alcătuiesc.

Granulele pot fi examinate *libere* — așa cum au fost obținute prin separările respective — sau *fixate* — de obicei, în balsam de Canada.

Examinarea liberă a granulelor, efectuată la binocular, sau examinarea preparatelor fixe (secțiuni), efectuată la microscop, trebuie să furnizeze în primul rînd informații privind principalele caractere externe; forma granulelor și aspectul suprafețelor, dimensiunile și culoarea granulelor, existența sau absența maclelor, transformările suferite de granule.

Granulele libere pot fi supuse în continuare la un examen al refringenței și la analize prin fluorescență în ultraviolete. Granulele fixate sînt supuse unui examen optic prin care să se stabilească proprietățile în lumină naturală, în lumină polarizată și în lumină convergentă, în vederea diagnosticării exacte a fiecărui mineral din asociația respectivă[1].

Dintre observațiile și determinările enumerate, trei sînt specifice mineralelor grele și anume[2]:

a) observații privind caracterele externe ale granulelor; b) determinarea refringenței granulelor prin studiul în imersie; c) analiza prin fluorescență în ultraviolete.

**Observații privind caracterele externe ale granulelor.** Aceste observații au drept scop, pe lîngă obținerea unor informații care să ajute la determinarea speciilor minerale, să stabilească și unele

[1] A se vedea descrierea mineralelor grele și tabelele anexe.
[2] Pentru alte metode de studiu, vezi principii la cap. „Minerale argiloase".

trăsături specifice pentru întreaga asociaţie, trăsături folosite ca „indice de proveniență" sau „indice de corelaţie". Cele mai importante observaţii privind caracterele externe ale granulelor, în ordinea efectuării lor, se referă la: habitus; culoare; macle; transformări; forma și dimensiunile granulelor.

*Habitusul.* În cazul cristalelor idiomorfe, habitusul poate fi izometric, prismatic sau tabular, cu diverse abateri de la aceste tipuri clasice. Astfel, alungirea exagerată a prismelor conduce la aspecte aciculare sau fibroase, iar aplatizarea cristalelor tabulare (baritină, ilmenit) la aspecte lamelare (minerale argiloase) sau foioase (mice). Pentru anumite minerale este caracteristică prezenţa striurilor pe suprafaţa feţelor de cristale (ex. turmalină, disten). Legat de habitus pot prezenta importanţă şi terminaţiile cristalelor (pinacoizi simpli, piramide sau bipiramide etc.), care, în unele cazuri, capătă valoare de diagnostic (de exemplu, la zircon, amfiboli, magnetit).

În cazul fragmentelor de cristale, se pot face observaţii legate de unghiurile dintre feţele existente şi prezenţa striurilor. Prezenţa în cadrul asociaţiilor minerale a unei aceleiaşi specii cu trăsături cristalografice diferite (ex. raportul *zircon izometric / zircon prismatic, apatit acicular / apatit granular*) poate constitui un *indice de corelaţie* semnificativ.

*Culoarea.* Este un important criteriu de identificare a mineralelor grele, cu condiţia să fie de natură idiocromatică. Ea poate fi uniformă în cristal sau să apară în pete şi zone. Repetarea acestui aspect la majoritatea granulelor unei specii constituie o trăsătură specifică, care se poate folosi ca indice de proveniență (ex. unele cristale de turmalină sau zircon).

De asemenea, prezenţa unei anumite culori la minerale care în mod obişnuit sînt incolore sau altfel colorate poate constitui un indice de proveniență (ex. granat verde, andaluzit roz etc.). Aceeaşi semnificaţie poate să aibe şi raportul dintre culorile diferite pe care le prezintă o aceeaşi specie minerală (raportul dintre *rutil roşu* şi *galben* sau dintre *turmalină brună* şi *albastră*).

*Macle.* Prezenţa maclelor nu este foarte frecventă, dar atunci cînd există ele trebuie menţionate pentru că constituie un bun diagnostic (ex. maclele în genunchi la rutil, maclele în cruce la staurolit etc.). Uneori poate interesa raportul dintre cristalele maclate şi nemaclate în cadrul aceleiaşi specii.

*Transformări.* Transformările externe datorate în special alteraţiilor superficiale, transportului sau diagenezei pot fi sesizate la examenul binocular şi aprofundate prin studiul secţiunilor subţiri. În cazul granulelor libere, acestea îngreunează diagnosticul

şi pot conduce la confuzii. Trebuie întotdeauna determinat ce anume, dintr-un granul, reprezintă materialul secundar şi ce reprezintă materialul primar (care păstrează caracterele cristalizării iniţiale în domeniul magmatic sau metamorfic). Odată stabilit acest lucru, se fac observaţii pe produsele de alterare, care uneori pot fi specifice anumitor minerale, evitîndu-se astfel confuziile (ex.: formarea agregatelor de pinit pe andaluzit, produşii de alteraţie cu ceriu în cazul xenotimului).

*Forma şi dimensiunile granulelor*. Forma granulelor reflectă aproape întotdeauna condiţiile de transport ale mineralelor respective şi uneori participarea acestora la repetate cicluri de sedimentare.

Aprecierea formei se poate face prin *indicele de rulare* (sau „de rotunjire") prin *indicele de aplatizare* sau pur şi simplu prin raportul dintre colţuri şi feţele curbe în cadrul unui granul şi caracterizarea formei prin termenii de: *angular* (A), *subangular* (SA), subrotunjit (*SR*), rotunjit (*R*).

În cadrul unei asociaţii de minerale grele, raportul dintre granule avînd forme diferite dar aparţinînd aceloraşi specii minerale poate, de asemenea, constitui un indice de provenienţă. De exemplu, prezenţa unor granule angulare alături de unele rotunjite din aceeaşi specie minerală (ex. zircon angular, zircon rotunjit) poate indica pentru această din urmă categorie participarea la mai multe cicluri de sedimentare.

Dimensiunea absolută a granulelor poate şi ea să fie de mare importanţă, deoarece un anumit mineral se poate întîlni în anumite fracţiuni granulometrice. Înseamnă aceasta că lipsa acestuia

*Tabelul 27*

**Indicii de refracţie ai principalelor lichide pentru imersie**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1,333 | apă | 1,526 | monoclorbenzol |
| 1,357 | acetonă | 1,536 | bromură de etil |
| 1,407 | paraldehidă | 1,546 | nitrotoluen |
| 1,444 | cloroform | 1,555 | nitrobenzol |
| 1,450 | petrol | 1,561 | monobrombenzol |
| 1,463 | tetraclorură de carbon | 1,586 | anilină |
| | | 1,589 | bromoform |
| 1,474 | ulei de parafină | 1,628 | sulfură de carbon |
| 1,498 | benzol | 1,655 | monobromnaftalen |
| 1,600 | xylol | 1,741 | iodură de metil |
| | | 1,810 | tetraiodoetilen |

din fracţiunile vecine nu indică imediat lipsa lui din asociaţie. De exemplu, în diferite aluviuni sau nisipuri zirconul apărînd în cristale mici, iar turmalina în cristale mari, ele se vor concentra

preferenţial în fracţiunea fină şi respectiv, în fracţiunea grosieră a acestor depozite.

**Determinarea refringenţei prin imersie.** Pentru mineralele grele indicele de refracţie reprezintă un important parametru diagnostic. Determinarea acestuia se face prin scufundarea granulelor minerale în lichide cu indice de refracţie *(N)* cunoscut. Lichidele folosite (vezi tabelul 27) trebuie să fie miscibile între ele şi solubile în alcool sau benzen, pentru a putea obţine amestecuri cu indici de refracţie intermediari în raport cu lichidele pure.

În cazul granulelor minerale cu valoare ridicată a refringenţei, se aplică în mod frecvent metoda lui Schröeder (iluminarea oblică): în principiu, fiecare fragment sau granul se comportă — în condiţii de transparenţă completă — ca o lentilă convergentă marcată de un contur mai mult sau mai puţin pronunţat, în funcţie de valoarea indicelui său de refracţie. Acest contur se estompează şi dispare complet în cazul scufundării granulei libere într-un lichid cu N egal cu al granulei examinate.

Pentru a se putea aprecia dacă indicele de refracţie $N_m$ — al mineralului de determinat este mai mare sau mai mic decît indicele mediului de imersie — $N_l$ (a cărui valoare este cunoscută prin determinarea la refractometrul Abbe), granulul este examinat într-un fascicul oblic de raze luminoase. Acest fascicul se poate obţine prin interceptarea luminii transmise de oglinda microscopului, cu un carton introdus, pe o anumită adîncime, sub platină. Prin această operaţiune, granulul mineral se va umbri pe

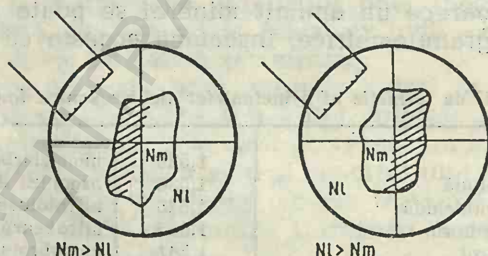



Fig. 1.57. Determinarea reliefului mineralelor prin metoda Schröder.

o margine sau alta, după cum indicele său de refracţie este mai mare sau mai mic decît al mediului de imersie, astfel:

— cînd $N_m > N_l$ se umbreşte marginea granulului dinspre ecran (carton) (fig. 1.57);

— cînd $N_m < N_l$ se umbreşte marginea granulului opusă ecranului (fig. 1.57).

Prin tatonare — folosirea repetată a diferite lichide — se poate găsi situaţia cînd conturul se estompează complet. În acest caz *N* al direcţiei considerate este egal cu cel al lichidului.

Observaţie: pentru mineralele izotrope *N* este acelaşi pentru toate direcţiile.

Pentru determinarea valorii indicilor de refracţie — după anumite direcţii de vibraţie — în cazul mineralelor uniaxe şi biaxe se procedează astfel: Franja luminoasă care apare în jurul granulului la mişcarea tubului microscopului trebuie observată în-

*Tabelul 28*

**Colorarea mineralelor prin fluorescenţă**

| Mineralul | Roşu | Roz | Portocaliu | Galben | Portocaliu | Galben | Verde-gălbui | Verde | Albastru | Bleu | Brun | Violet | Albastru | violet | Negru |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Apatit | | + | + | | | + | | + | | + | | + | | | + |
| Andradit | | | + | | | | | | | | | | | | |
| Aragonit | + | | | | | + | | + | | | | | | | + |
| Baritină | | + | | | | + | | + | | | | | | | + |
| Beril | + | | | | | | | | | | | | | | |
| Calcit | + | | + | + | + | + | | + | + | + | | | | | |
| Celestină | | | + | | | + | | | | | | | | | + |
| Corindon | + | | + | + | + | | | | | + | | | | | |
| Disten | + | | + | | | | | | | | | | | | |
| Dolomit | + | | | | | + | | | + | + | | | | | |
| Fluorină | | | | | | + | | + | + | | | + | | | |
| Grossular | + | | | + | + | | | | | | | | | | |
| Gips | | | | | | | | | + | | | | | | |
| Monazit | | | | | | | | + | | | | | | | |
| Opal | | | | | | | + | | | | | | | | |
| Ametist | | | | | | | | | + | | | | | | |
| Sillimanit | | | | | | | | | | + | | | | | |
| Spodumen | + | | + | + | + | + | | | | | | + | | | |
| Spinel | + | | | + | | | | | | | | | | | |
| Topaz | + | | | | | + | | | | | | | | | |
| Rubelit | | | | | | | | | | | | + | | | |
| Zircon | | | | + | + | + | | | | | | | | | |

(din Parfenoff, 1970)

tr-o poziţie de extincţie a mineralului şi controlată după o rotaţie de 90° a platinei. Direcţia indicelui observat se confundă cu firul reticul N—S şi se poate determina în nicoli încrucişaţi, cu ajutorul compensatorilor.

**Analiza prin fluorescență.** Metoda se bazează pe proprietatea mineralelor de a deveni luminiscente prin iradiere cu raze ultraviolete, raze X sau raze catodice. Supuse iradierii, anumite minerale, în funcție de compoziția și structura lor, se colorează caracteristic. Alte minerale — aparent neluminiscente — pot căpăta această proprietate după tratarea prealabilă cu reactivi chimici.

Dintre cele trei posibilități de iradiere, analiza mineralelor prin iradiere cu raze ultraviolete necesită aparatura cea mai simplă. Iradierea se face cu o lampă de cuarț cu vapori de mercur, într-o cameră întunecoasă. Examenul se poate efectua direct pe eșantion, pe secțiuni subțiri, sau pe granule minerale. Cînd examinarea se face pe granule, acestea se aștern într-un strat subțire, pe o lamă de sticlă de culoare închisă, se expun fasciculului de raze ultraviolete, se urmărește efectul și se aleg grupe de granule care „se colorează" identic.

Metoda este complementară și limitată, pentru că un același mineral poate fi fluorescent sau nu. Nu se aplică granulelor cu dimensiuni foarte mici. În tabelul 28 sînt date culorile pe care le capătă principalele minerale prin fluorescență.

## REZULTATE ȘI REPREZENTĂRI

Identificarea și descrierea granulelor are ca scop caracterizarea asociației de minerale grele. Studiul poate avea un caracter informativ, limitîndu-se doar la proba și locul din care ea provine, sau unul complex, care urmărește stabilirea ariilor sursă și a zonelor mineralogice. Studiul complex al formațiunilor succesive impune:

— probarea sistematică, atît în suprafață cît și pe verticală, deci un număr mare de analize;

— estimarea procentului de participare a mineralelor în cadrul asociației;

— observații comparative între diferitele probe recoltate pe orizontală și verticală în vederea corelării lor și a stabilirii zonelor mineralogice.

Pentru executarea unui astfel de studiu este necesară înregistrarea sistematică și clară a rezultatelor din fiecare punct de probare.

Indicăm în continuare, un model de înregistrare a rezultatelor obţinute din analiza unor probe recoltate din trei orizonturi stratigrafice care apar în trei zone diferite:

| ORIZONTUL (Adîncimea) | ZONA (LOCALITATEA) A | B | C |
|---|---|---|---|
| superior (3) | Proba $A_3$ | $B_3$ | $C_3$ |
| mediu (2) | Proba $A_2$ | $B_2$ | $C_2$ |
| inferior (1) | Proba $A_1$ | $B_1$ | $C_1$ |

Conţinutul mineralogic al probelor din zona „A" exprimat în procente este:

| | $A_1$ | $A_2$ | $A_3$ |
|---|---|---|---|
| turmalină | 65 | 20 | 3 |
| zircon | 15 | 58 | 4 |
| rutil | 4 | 8 | 3 |
| disten | 6 | 12 | 5 |
| ilmenit | 3 | — | 25 |
| magnetit | 7 | 2 | 60 |
| | 100 | 100 | 100 |

Pentru fiecare zonă se poate întocmi o fişă în care se trece în principal conţinutul mineralogic, dimensinuea (D) şi forma medie (F), trăsături specifice şi alte observaţii. În fiecare fişă se lasă spaţiu suficient pentru un număr mai mare de probe. O astfel de fişă, întocmită pentru zona „A", poate avea următoarea formă:

Zona . . . Localitatea . . . . . . . . . . A . . .

| Proba nr. | Minerale Tu | Zi | Ru | Di | Il | Ma | Dimensiunea medie | F | Trăsături spec. | Obs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | 65 | 15 | 4 | 6 | 3 | 7 | 0,2 | S.A. | . . . | . . . |
| $A_2$ | 20 | 58 | 8 | 12 | — | 2 | 0,1 | R | . . . | . . . |
| $A_3$ | 3 | 4 | 3 | 5 | 25 | 60 | 0,1 | R | . . . | . . . |

În continuare, asociaţiile minerale ale fiecărei zone se pot centraliza pe orizonturi. De exemplu, pentru orizontul inferior, se poate întocmi următorul tabel:

Orizontul Inferior (1)

| Mineralul | Zona A | B | C |
|---|---|---|---|
| turmalină | 65 | x | x |
| zircon | 15 | x | x |
| rutil | 4 | — | — |
| disten | 6 | x | x |
| ilmenit | 3 | — | x |
| magnetit | 7 | — | x |
| etc. | — | x | x |

x — diferite conţinuturi.

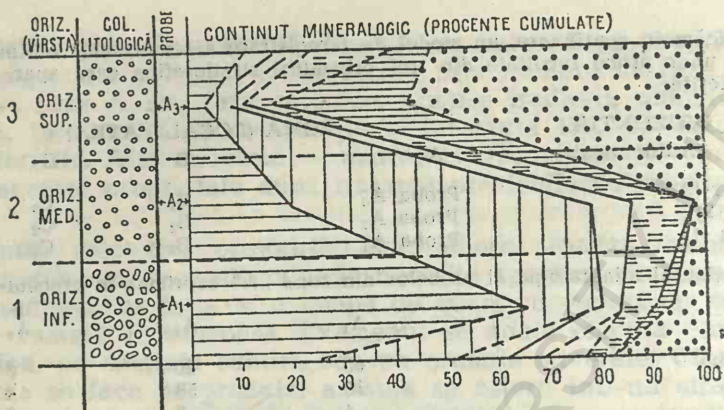
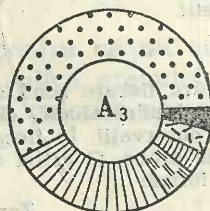
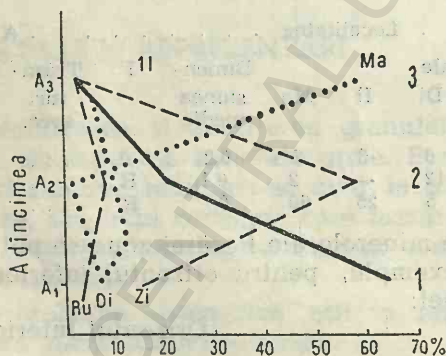
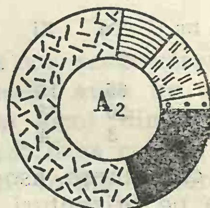
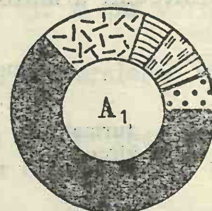



Fig. 1.58. Diagramă de variație a conținutului în minerale grele




3 ZONA CU MAGNETIT

2 ZONA CU ZIRCON

1 ZONA CU TURMALINĂ

Fig. 1.59. Diagramă de frecvență a conținutului de minerale grele

Fig. 1.60. Diagrame circulare pentru reprezentarea conținutului de minerale grele

Participarea cantitativă a mineralelor în cadrul unei asociaţii poate fi ilustrată grafic în diferite moduri, prin: histograme, diagrame circulare, grafice rectangulare etc. (fig. 1.58—1.60). Ele se întocmesc, de obicei, şi cu intenţia de a ilustra variaţiile mineralogice de la un orizont la altul sau de la o zonă la alta, şi de a argumenta denumirea unor zone mineralogice (de ex.: în figura 1.59 zona cu turmalină, zona cu zircon şi zona cu magnetit).

## DESCRIEREA MINERALELOR

În cadrul acestui subcapitol se face o descriere detaliată a principalelor minerale care apar frecvent în fracţiunea grea a diverselor formaţiuni sedimentare. Se face o caracterizare în funcţie de proprietăţile optice (minerale izotrope, minerale uniaxe, minerale biaxe) în cadrul grupelor respective, mineralele fiind aranjate chimic şi în ordinea crescătoare a indicelui de refracţie. În felul acesta şi în deplină corelaţie cu tabelele anexă, gruparea capătă un caracter de „îndrumător" în determinarea speciilor respective. La fiecare mineral este dată formula chimică şi sistemul de cristalizare, iar descrierea propriu-zisă se face în corelaţie cu indicaţiile din partea introductivă şi se referă la caractere externe, ocurenţă, sursă, diagnostic.

## 1.8.1. SPINEL

$MgAl_2O_4$*
Sistemul cubic

### Caractere externe

Habitus: cristale octaedrice.

Culoare: incolor sau în tonuri pale; de asemenea albastru (termenii cu $Fe^{2+}$), roz sau roşu (Cr), brun ($Fe^{3+}$), verde sticlos (varietatea *pleonast*).

Macle: frecvente. Spărtură: concoidală.

Transformări: greu alterabil în serpentină sau talc.

### Ocurenţă

Mineral frecvent în aproape toate tipurile de aluviuni. Apare în granule octaedrice, de obicei bine rulate, cu feţe corodate.

* Formula corespunde spinelului „sensu stricto". Mg poate fi substituit cu Fe, Zn sau Mn; de asemenea Al cu Fe şi Cr în alţi oxizi.

Unghiurile dintre fețe se păstrează chiar după un transport foarte îndelungat. Uneori sferic, cu suprafața lucioasă. Granulele colorate în roșu sînt foarte rare. Asociat cu magnetit, cromit, granat, rar cu piroxen și olivină (fig. 1.61).

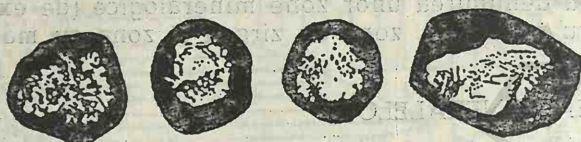


Fig. 1.61. Granule de spinel

**Sursă**

Provine din șisturi cristaline formate în condițiile unui metamorfism de grad înalt, din roci magmatice de temperatură ridicată, sau din calcare și dolomite cristaline (în care se găsește ca mineral accesoriu).

**Diagnostic**

Propr. fizice: gr. sp. 3,55; durit 7,5—8; fără clivaj.

Propr. optice: incolor sau cînd este colorat lipsit de pleocroism; $N=1{,}719—1{,}92$; izotrop.

Trăsături distinctive: habitusul octaedric, relieful ridicat și caracterul izotrop.

Confuzii posibile:

*Corindon:* nu este izotrop.

*Grossular:* uneori ușor anizotrop, densitate mare.

*Pirop:* indice de refracție și densitate mai ridicată, atras la 0,6 A.

Metode specifice:

*Fluorescență la U.V.* în tonuri pastelate sau roz rubiniu.

*Susceptibilitate magnetică* — $0{,}22 \cdot 10^{-6}$ u.e.m. C.G.S.; nu este atras în separatorul Frantz, dar pleonastul trece în porțiunea electromagnetică.

*RX:* distanțe reticulare și intensități pentru spinel sintetic: 2,86(40), 2,44(100), 2,02(58), 1,56(45), 1,43 Å (58).

### 1.8.2. CROMIT

$FeCr_2O_4$
Sistemul cubic

**Caractere externe**

H a b i t u s: cristale octaedrice.
C u l o a r e: brun negru sau negru. Translucid sau opac.
S p ă r t u r ă: concoidală.
T r a n s f o r m ă r i: rar în limonit.

**Ocurență**

Mineral nu prea frecvent. Apare sub formă de granule octaedrice rulate sau subangulare; alteori, ca fragmente neregulate în apropierea sursei.

**Sursă**

Provine din roci ultrabazice (peridotite, dunite, serpentinite) și bazice. Mult mai rar din șisturi cristaline.

**Diagnostic**

P r o p r. f i z i c e: gr. sp. 5,04; durit. 5,5—6; fără clivaj.
P r o p r. o p t i c e: în lumină reflectată: brun închis sau galben muștar; varietățile aluminoase și magneziene fără pleocroism; $N = 2{,}07$; izotrop.

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e: habitusul octaedric, densitatea mare și relieful puternic, izotrop.

C o n f u z i i p o s i b i l e:

*Ilmenit:* densitate și duritate mai mică, nu este niciodată translucid; se poate separa cu lichide grele sau în șlifuri, la microscopul calcografic.

M e t o d e s p e c i f i c e:

*Susceptibilitate magnetică:* este atras în separatorul Frantz la 0,2—0,5 A.

### 1.8.3. MAGNETIT

$Fe_2O_3 \cdot FeO$
Sistemul cubic

**Caractere externe**

H a b i t u s: izometric. De obicei, octaedri sau dodecaedri cu fețe striate; mase granulare compacte.

Culoare: neagră, brun roşcată din cauza oxidării. Opac.

Spărtură: neregulată, subconcoidală.

Transformări: prin oxidare se transformă în hematit şi limonit.

**Ocurenţă**

Mineral foarte frecvent (aproape nelipsit) în aluviuni şi roci detritice, apare cu forme cristalografice, fragmente de cristale sau granule în diferite grade de rulare; adesea granule rotunjite de culoare neagră, mată. Magnetitul este asociat cu ilmenit, sfen, cromit, granaţi.

**Sursă**

Provine din diverse roci magmatice şi metamorfice în care apare ca mineral accesoriu. Mai frecvent, din roci magmatice bazice şi ultrabazice, din amfibolite şi zăcăminte metasomatice de contact.

**Diagnostic**

Propr. fizice: gr. sp. 4,9—5,2; durit. 5,5—6.

Propr. optice: la microscopul calcografic: gri-crem, uneori cu tentă brună, lipsit de pleocroism, putere de reflexie 21 %; izotrop.

Trăsături distinctive: sub formă de granule uşor de recunoscut datorită proprietăţilor magnetice, formelor de octaedri şi culorii negre; în şlifuri, mai greu de recunoscut.

Confuzii posibile:

*Hematit:* nemagnetic.

*Goethit:* nemagnetic.

*Cromit:* nemagnetic.

*Ilmenit:* nemagnetic, tabular, luciu caracteristic.

Metode specifice:

*Fluorescenţa la U.V.* nu se observă.

*Susceptibilitate magnetică:* 20 000—80 000 · $10^{6-}$ u.e.m. C.G.S.; atras de magnet; foarte puternic atras în separatorul Frantz.

*RX:* distanţe reticulare şi intensităţi caracteristice: 2,97(701), 2,53(100), 2,10(70); 1,61(85); 1,48 Å (85).

## 1.8.4. LEUCOXEN

Var. criptocristalină amorfă a oxizilor de titan

### Caractere externe

H a b i t u s: agregate neregulate sau pseudomorfoze după ilmenit, titanomagnetit, brookit, anatas.

C u l o a r e: albăstrui, galben, crom, maron cenușiu, brun. Opac.

### Ocurență

Mineral foarte răspîndit în aluviuni și nisipuri sub formă de granule rotunjite sau neregulate, opace, cu suprafață lucioasă (aspect porțelanos) (fig. 1.62). Uneori, în centrul granulelor apar macle de ilmenit netransformat. Asociat cu ilmenit, rutil, titanomagnetit.

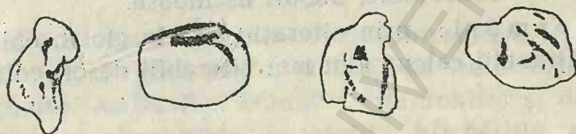


Fig. 1.62. Granule de leucoxen

### Sursă

Provine din roci eruptive bazice (gabbrouri, diabaze) sau anumite șisturi cristaline (amfibolite, șisturi verzi), mai rar din granite alterate, sienite și pegmatite. Uneori „in situ".

### Diagnostic

P r o p r. f i z i c e: gr. sp. 3,5—4,5.

P r o p r. o p t i c e: opac; în lamele foarte subțiri, uneori, este translucid, colorat în galben albăstrui. Se studiază și în lumină reflectată.

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e: relativ ușor de recunoscut după granulele rulate, cu suprafața lustruită, de culoare deschisă, albăstruie, gălbuie sau brunie.

C o n f u z i i p o s i b i l e: cu mineralele rare de tipul malaconului sau casieritului concreționar.

## 1.8.5. GRANAȚI ✗

Sistemul cubic

Nesosilicați cu compoziție variabilă, grupați în două serii izomorfe:

a. *Piralspite* (granați aluminoși); Pirop — $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$; Almandin — $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$; Spessartin — $Mn_3Al_2(SiO_4)_3$

b. *Ugrandite* (granați calcici); Grossular — $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$; Andradit — $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$; Uvarovit — $Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$

**Caractere externe**

H a b i t u s : întotdeauna izometric, dodecaedri romboidali, trapezoedrii, uneori cu fețe striate.

C u l o a r e. Variabil în funcție de chimism, astfel: *pirop* — roșu purpuriu, roz portocaliu; uneori negru sau chiar incolor; *almandin* — roșu; *spessartin* — roșu închis, negru, uneori violet; *grossular* — galben-auriu, brun roșcat, uneori incolor; *andradit* — verde închis, galben *(topazolit)*, brun negru (*melanit* (Ti)); *uvarovit* — verde smarald. Minerale transparente spre translucide.

S p ă r t u r i : concoidale, uneori așchioase.

T r a n s f o r m ă r i : prin alterație trec în clorit, epidot, calcit, limonit etc. Granații calcici sînt mai alterabili de cît cei aluminoși.

**Ocurență**

Din cauza instabilității lor sînt minerale puțin frecvente în aluviuni și roci detritice. Se întîlnesc sub formă de granule rotun-



Fig. 1.63. Granule de granați

jite, granule corodate și fragmente de cristale (fig. 1.63). De obicei, îmbracă aspecte particulare pentru formațiunile în care se cunosc, fiind în acest fel minerale bune pentru corelație. Cel mai frecvent este almandinul. Conțin diverse tipuri de incluziuni și apar în asociații variate, astfel:

| | *Incluziuni* | *Asociații* |
|---|---|---|
| Pirop: | — cuarț, biotit, magnetit, forsterit | — cromit, magnetit, ilmenit, piroxeni și amfiboli, corindon |
| Almandin: | — cuarț, oxizi de Fe, apatit, zircon, biotit, rutil | — disten, staurolit, sillimanit, andaluzit, clinozoizit, amfibol, biotit |
| Spessartin: | — cuarț, oxizi de Mn | — alte min. de Mn |
| Grossular: | — epidot, calcit, clorit | — epidot, zoizit, corindon, amfibol |
| Andradit: | — epidot, calcit, clorit | — magnetit, zoizit, actinot, piroxen, vezuvian |

**Sursă**

Provin din diverse tipuri de roci: *piralspitele* în special, din șisturi cristaline de grad mediu și înalt de metamorfism (micașisturi, paragnaise, amfibolite, eclogite, charnokite) și din roci magmatice bazice și ultrabazice (peridotite, kimberlite, serpentinite); *ugranditele*, în special din roci metamorfice de contact (skarne și calcare cristaline).

**Diagnostic**

Proprietăți fizice și optice:

| | gr. sp. | durit. | culoare | refringența N | suscept. magnetică $n \cdot 10^{-6}$ u.e.m.C.G.S. |
|---|---|---|---|---|---|
| Pirop | 3,5—3,6 | 7,5 | roz-lila | 1,71—1,75 | 21—50 |
| Almandin | 4,1—4,3 | 7 | incolor, roșu | 1.76—1,83 | 21—50 |
| Spessartin | 3,8—4,2 | 7 | roz-brun, pal | 1,80—1,83 | slabă |
| Grossular | 3,4—3,6 | 6 | incolor | 1,73—1,78 | 10—20 |
| Andradit | 3,7—3,9 | 6,5 | incolor, brun-pal | 1,82—1,93 | 51—93 |

Trăsături distinctive: forma izometrică, relieful accentuat, caracterul izotrop (uneori ugranditele sînt anizotrope cu structură zonară).

Confuzii posibile:

*Spineli* magnezieni și aluminoși care au un indice de refracție mai slab; de obicei separați cu iodura de metilen (N=1,737).

Metode specifice:

*RX:* distanțe reticulare (în Å) și intensități:
*Pirop:* 2,88(60); 2,58(100); 1,60(60); 1,54(100); 1,07(70)...
*Almandin:* 4,04(30); 2,87(40); 2,57(100); 1,60(40); 1,54(50)...
*Spessartin:* 2,60(100); 1,61(60); 1,55(80); 1,27(60); 1,08(100)...
*Grossular:* 2,96(80); 2,65(100); 1,92(70); 1,65(80); 1,58(90),...
*Andradit:* 3,02(60); 2,70(100); 2,46(45); 1,96(25); 1,61(60)...

## 1.8.6. CORINDON

$Al_2O_3$
Sistemul trigonal

### Caractere externe

Habitus: cel mai frecvent în prisme hexagonale bipiramidate; rar tabular sau romboedric. De obicei, fețele sînt rugoase, rotunjite și striate.

Culoare. Foarte variabilă, deosebindu-se o serie de varietăți: *rubin* (roșu), *safir* (albastru). Alteori incolor, galben, verde, rar violet, gri sau negru. Poate fi transparent sau opac.

Macle: de întrepătrundere și polisintetice; sînt destul de frecvente.

Transformări: mai frecvent trece în muscovit și minerale argiloase; în condiții deosebite trece la spinel, disten, sillimanit etc.

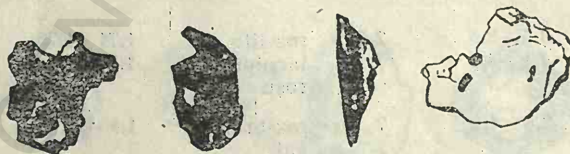


Fig. 1.64. Granule de corindon

### Ocurență

Mineral relativ frecvent în aluviuni, sub formă de granule angulare mai mult sau mai puțin rulate (fig. 1.64). De asemenea, fragmente de cristale. Granulele conțin, de obicei, incluziuni de rutil, hematit. Ca mineral alogen în unele calcare și marne.

**Sursă**

Poate proveni din: roci magmatice bazice sau neutre suprasaturate în aluminiu; serpentinite, pegmatite granitice și sienitice; roci metamorfice de contact.

**Diagnostic**

P r o p r. f i z i c e: gr. sp. 3,98—4,02; durit. 9, fără clivaj.

P r o p r. o p t i c e: $N||$: albastru, roșu sau incolor, rar galben. În varietățile colorate prezintă neomogenități optice. Pleocroism. $\omega$=1,768—1,772; $\varepsilon$=1,760—1,763.

$N+$: birefringența $\delta$ = 0,008—0,009 cenușiu ord. I. Extincția dreaptă. Alungire negativă.

*LC:* uniax pozitiv; anormal biax.

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e: relieful foarte accentuat, asociat cu birefringența scăzută (culoare cenușie de ordin I); duritatea foarte mare.

C o n f u z i i p o s i b i l e:

*Zircon:* uniax pozitiv, birefringență puternică.

*Anatas:* relieful mult mai accentuat și duritatea mai mică.

*Carborundum:* este uniax pozitiv și are relief foarte ridicat. !! Atenție, impurifică preparatele.

M e t o d e s p e c i f i c e:

*Fluorescența:* U.V. se luminează în albastru și roșu.

*Susceptibilitate magnetică:* $0{,}34 \cdot 10^{-6}$ u.e.m. C.G.S.; nu este atras în separator; din cauza impurităților poate apărea însă în unele fracțiuni magnetice.

*RX:* distanțe reticulare și intensități caracteristice: 3,49(75); 2,55(100); 2,09(100); 1,74(50); 1,60 Å (90) . . .

## 1.8.7. CASITERIT

$SnO_2$
Sistemul pătratic

**Caractere externe**

H a b i t u s. Se prezintă sub formă de cristale scurt prismatice, bipiramidate, mai rar alungite. Fețele pot prezenta striuri sau nu. Uneori, se întîlnesc forme concreționare sau agregate criptocristaline.

C u l o a r e. Variabilă în funcție de prezența impurităților (de la negru, brun, roșu pînă la galben și incolor) și repartizată neuniform în cristal. Poate fi transparent sau opac.

M a c l e : caracteristice, asemănătoare cu cele de la rutil; fața de asociere || (001) și || (031).

T r a n s f o r m ă r i. Rezistent la alterare.

### Ocurență

Mineral relativ frecvent în aluviuni și nisipuri. Apare sub foarte diverse forme, dar cel mai adesea ca granule prismatice, piramidale sau neregulate, fie opac, fie brun sau roșu (fig. 1.65). Pleocroismul acestor granule variază considerabil cu proveniența lor. Zonarea poate fi de asemenea caracteristică. În varietățile translucide se întîlnesc incluziuni de oxizi de Fe.



Fig. 1.65. Granule de casiterit

### Sursă

Provine din roci magmatice acide (granite, granodiorite) sau din pegmatitele asociate lor. De asemenea, din unele filoane hidrotermale.

### Diagnostic

P r o p r. f i z i c e : gr. sp. 6,98—7,02; durit. 6—7; clivaj imperfect după (100); spărturi scalariforme.

P r o p r. o p t i c e : *N*||: galben-brun. În secțiuni fine, pentru culorile închise, prezintă pleocroism slab: $\omega = 1{,}990$—2,010 galben-verzui; $\varepsilon = 2{,}093$—2,100 brun, roșu.
*N*+: birefringența $\delta = 0{,}090$—0,097; extincție dreaptă; alungire pozitivă.
*LC:* uniax pozitiv; anormal biax în granule de culoare închisă ($2V = 0$—38°).

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e. Relieful foarte accentuat și proba pentru staniu („oglinda de staniu"), îl deosebesc de mineralele cu care se poate confunda.

C o n f u z i i p o s i b i l e :

*Rutil:* relief inferior casiteritului și birefringență scăzută; ușor confundabil în granule.

*Zircon:* relieful mai scăzut, dar birefringența mai ridicată.

*Brookit:* biax pozitiv.

*Anatas:* uniax negativ, birefringență scăzută.
*Blendă:* izotrop.

Metode specifice:

*Fluorescență:* la ultraviolete nu se observă.

*Susceptibilitate magnetică* foarte scăzută: $0{,}08 \cdot 10^{-6}$ u.e.m. C.G.S.; nu este atras în separatorul Frantz.

*RX:* distanțe reticulare și intensități caracteristice pentru casiteritul sintetic: 3,51(100); 2,64(81); 2,37(24); 1,77(63); 1,68 Å (63) . . .

## 1.8.8. RUTIL X

$TiO_2$
Sistemul pătratic

### Caractere externe

Habitus: Prismatic sau acicular. Cristale frecvent striate paralel cu axa *c*.

Culoare: roșu-brun caracteristic, brun-gălbui, galben sau negru. Varietățile slab colorate sau incolore sînt rare. Mineralul este transparent pînă la translucid; rar opac.

Macle. Sînt frecvente maclele „în genunchi" cu un unghi de 114°26′ între fețele (110), și maclele în formă de inimă.

Transformări. Mineral stabil, rezistent la alterare. Uneori, trece în leucoxen.

### Ocurență

În aluviuni și roci detritice se întîlnesc granule prismatice cu terminații piramidale, adesea ușor rotunjite, colorate în brun-roșietic. Gradul de rulare a cristalelor este variabil. Apare asociat cu turmalina. De asemenea, granule sparte, lipsite de contur (fig. 1.66).

În argile se întîlnesc frecvent cristale aciculare brun-roșcate, uneori negre.

### Sursă

Provine din șisturi cristaline de diferite grade de metamorfism, din roci magmatice acide, din filoane de pegmatite și cuarț. Se poate forma și „in situ", prin descompunerea ilmenitului.

### Diagnostic

Propr. fizice: gr. sp. 4,23—5,5; durit. 6—6,5; clivaj după (110) bun și după (100) slab.

Propr. optice: *N*||: galben, brun, roşu; pleocroism slab. $\epsilon$=2,899—2,901; $\omega$=2,605—2,615.

*N*+: birefringenţa $\delta$=0,294—0,288; extincţie dreaptă; alungire pozitivă.

*LC:* uniax pozitiv.



Fig. 1.66. Granule de rutil

Trăsături distinctive. Granule prismatice rotunjite, culoare brun-roşcată şi birefringenţă foarte ridicată.

Confuzii posibile:

*Zircon:* luciu mai puternic, incolor; reacţia cromatică nu indică Ti.

*Casiterit:* birefringenţă mai slabă; gr. sp. mai mare.

*Hematit:* lamelar.

*Limonit:* izotrop, forme neregulate, pseudomorfoze.

Metode specifice:

*Fluorescenţă* la ultraviolete nu se observă.

*Susceptibilitatea magnetică.* Variază între 0,83—1,7·$10^{-6}$ u.e.m. C.G.S. Nu este atras în separatorul Frantz; unele varietăţi cu Fe sînt atrase la 0,4 A.

*RX.* Distanţe reticulare şi intensităţi caracteristice: 3,25(100); 2,49(45); 2,19(21); 1,69(50); 1,62 Å (16)...

## 1.8.9. XENOTIM

$Y(PO_4)$
Sistemul pătratic

### Caractere externe

Habitus. Prisme scurte cu secţiuni pătratice, cristale bipiramidate sau octaedrii aplatisaţi.

Culoare. Galben, brun, brun-roşcat, rar verzui. Mineral translucid sau opac.

Clivaj: vizibil.

### Ocurenţă

Mineral rar în aluviuni şi roci detritice, sub formă de cristale, fragmente de cristale şi granule mai mult sau mai puţin rotunjite (pînă la ovoidale; fig. 1.67). Apare asociat cu zircon, monazit, allanit, tantaloniobaţi.

### Sursă

Provine din roci magmatice acide şi alcaline: granite, pegmatite şi sienite.



Fig. 1.67. Granule de xenotim

### Diagnostic

Propr. fizice: gr. sp. 4,5—5,1; durit. 4—5; clivaj perfect după (100).

Propr. optice: $N||$: incolor sau gălbui cu pleocroism evident.

$\varepsilon=1,827$ galben; $\omega=1,720$ incolor.

$N+$: birefringența $\delta=0,107$; extincție dreaptă; alungire pozitivă.

*LC:* Uniax pozitiv.

Trăsături distinctive: octaedrii aplatizați, refringența ridicată.

Confuzii posibile:

*Zircon:* indici de refracție superiori, de obicei zonat și nemagnetic; conține mai frecvent incluziuni.

*Monazit:* habitus și refringență diferite.

Metode specifice:

*Fluorescență.* La ultraviolete nu se observă.

*Susceptibilitate magnetică.* Este atras în separatorul Frantz la 0,4—0,5 A.

*RX.* Distanțe reticulare și intensități (după A.S.T.M.): 4,55(25); 3,45(100); 2,56(50); 2,85(25); 1,77 Å(50) . . .

## 1.8.10. ZIRCON

$ZrSiO_4$
Sistemul pătratic

### Caractere externe

Habitus. Prismatic, bipiramidat; prismele prezintă fie secțiuni pătratice, fie sînt alungite în direcția axei principale și se termină cu fețe de piramidă.

Culoare. Foarte variabilă: incolor, roz, lila, verzui, gălbui, cenușiu, bruniu, galben-oranj spre roșu (varietatea *hyacint*), galben brun, gri, alb-lăptos (varietatea *malacon*). Mineral transparent, uneori translucid spre opac.

Spărtură: concoidală.

Macle: rare, „în genunchi".

Transformări. Foarte rezistent la procese de alterare. Uneori, prin hidratare își pierde transparența și devine translucid și izotrop (malacon).

### Ocurență

Mineral foarte răspîndit în aluviuni și nisipuri fine (mai mult decît în nisipurile grosiere). Forma granulelor este foarte variată și de obicei caracteristică pentru fiecare tip de depozite (fig. 1.68). Granulele prismatice cu terminații piramidale și muchiile ușor ro-

tunjite sînt cele mai frecvente. Granulele aplatizate || (001), sînt rare. Comune sînt și fragmentele de cristale cu muchiile mai mult sau mai puțin rotunjite. Uneori se pot întîlni concreșteri în care fețele piramidale scurte se dezvoltă pe fețele prismatice. Pen-

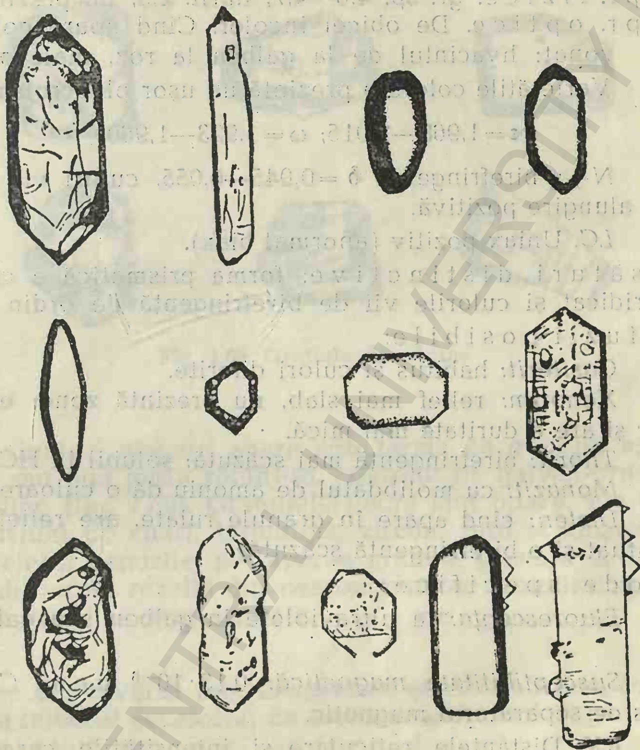


Fig. 1.68. Granule de zircon

tru multe granule de zircon este caracteristică o zonare dată de variația culorii. Incluziunile, relativ frecvente, se găsesc dispuse fie paralel cu muchiile cristalelor, fie întîmplător și sînt reprezentate prin apatit, xenotim, monazit. De obicei, asociat cu rutil, turmalină, apatit, monazit, ilmenit etc.

**Sursă**

Provine din multe tipuri de roci magmatice și metamorfice, în care apare ca mineral accesoriu (malaconul poate proveni în spe-

cial din granite, pegmatite și roci alcaline). Poate, de asemenea, avea caracter relict (reluat în cicluri succesive de sedimentare).

**Diagnostic**

Propr. fizice: gr. sp. 4,6—4,7; durit. 2,5; nu prezintă clivaj.

Propr. optice. De obicei incolor. Cînd apare colorat este zonat: hyacintul de la galben la roz, malaconul brun. Varietățile colorate prezintă un ușor pleocroism.

$$\varepsilon = 1{,}968—2{,}015; \ \omega = 1{,}923—1{,}960.$$

*N+*: birefringența $\delta = 0{,}045—0{,}055$, culori vii; extincție dreaptă; alungire pozitivă.

*LC.* Uniax pozitiv (anormal biax).

Trăsături distinctive: forma prismatică a cristalelor, relieful ridicat și culorile vii de birefringență de ordin superior.

Confuzii posibile:

*Casiterit:* habitus și culori diferite.

*Xenotim:* relief mai slab, nu prezintă zone; este paramagnetic și are o duritate mai mică.

*Thorit:* birefringență mai scăzută; solubil în HCl.

*Monazit:* cu molibdatul de amoniu dă o culoare galbenă.

*Disten:* cînd apare în granule rulate, are relief mai puțin accentuat și o birefringență scăzută.

Metode specifice:

*Fluorescența:* la ultraviolete în galben sau galben portocaliu.

*Susceptibilitate magnetică:* $0{,}13 \cdot 10^{-6}$ u.e.m. C.G.S. Nu este atras de separatorul magnetic.

*RX.* Distanțele reticulare și intensitățile caracteristice (din A.S.T.M.) sînt: 4,43(45); 3,30(100); 2,52(45); 2,07(20); 1,71 Å(40).

## 1.8.11. ANATAS

$TiO_2$
Sistemul pătratic

**Caractere externe**

Habitus. Tabular sau octaedric. Cristalele tabulare sînt aplatizate după (001). La cristalele octaedrice fețele de bipiramidă (111) sînt acoperite cu striuri paralele la (111) și (001).

Culoare. Bleu, gălbui, brun, roșu, incolor, de obicei cu dispoziția în pete sau zonar. Transparent pînă la translucid, uneori opac.

Transformări. La temperaturi ridicate trece în rutil.

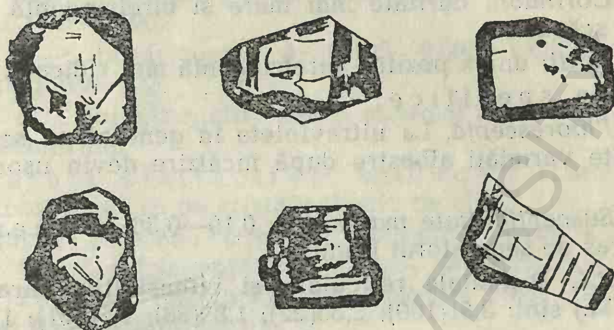


Fig. 1.69. Granule de anatas

**Ocurență**

În aluviuni și nisipuri apare sub formă de granule aplatizate, mai mult sau mai puțin rotunjite, colorate fie galben-brun, fie albastru-indigo (fig. 1.69). Granulele negre sînt opace. Ele pot conține incluziuni de cuarț, turmalină, zircon, rutil și casiterit. Uneori, în aceleași depozite, pot apărea granule primare și secundare (acestea din urmă rezultă din descompunerea ilmenitului). Uneori, autigen în gresii și conglomerate.

**Sursă**

Provine din diverse roci magmatice și metamorfice, în care se găsește ca mineral accesoriu; de asemenea, prezent în geodele unor pegmatite granitice.

**Diagnostic**

Propr. fizice: gr. sp. 3,82—3,97; durit. 5,5—6; clivaj după (001) și (011) perfect.

Propr. optice: *N*||: albastru, brun sau galben în intensități diferite. Pleocroism vizibil în granule groase: $\omega = 2{,}534—2{,}565$ bleu, galben; $\varepsilon = 2{,}488—2{,}497$ albastru, portocaliu.

*N*+: birefringența $\delta = 0{,}046—0{,}088$; extincție dreaptă; alungire negativă.

*LC*. Uniax negativ; anormal biax.

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e: habitusul octaedric sau tabular; dispoziția neuniformă a culorii; relieful puternic.

C o n f u z i i p o s i b i l e:

*Spinel:* cubic, izotrop, relief mai scăzut.

*Corindon:* duritate mai mare și birefringență și refringență mai scăzute.

*Rutil:* uniax pozitiv, birefringență mai ridicată.

M e t o d e s p e c i f i c e:

*Fluorescență.* La ultraviolete în general nu se observă, dar anumite varietăți albastre după încălzire devin ușor luminiscente.

*Susceptibilitate magnetică:* 0,19—0,36·$10^{-6}$ u.e.m. C.G.S.; nu este atras de separatorul Frantz.

*RX.* Distanțele reticulare și intensitățile caracteristice (din A.S.T.M.) sînt: 3,51(100); 2,38(22); 1,89(33); 1,70(21); 1,67 Å(19).

## 1.8.12. BERIL

$Be_3Al_2(Si_6O_{18})$
Sistemul hexagonal

### Caractere externe

H a b i t u s. Prismatic, columnar. De obicei, cristale prismatice alungite, lipsite de fețe terminale distincte; alteori, columnar cu aspect masiv. Fețele de prismă pot prezenta striuri paralele cu alungirea.

C u l o a r e. Incolor, albăstrui, verzui, verde-gălbui, albastru deschis, mai rar galben, roz sau verde *(smarald).* Mineralul este transparent pînă la translucid; rar opac.

T r a n s f o r m ă r i. Prin alterare trece în caolinit și devine opac; procesul începe de-a lungul spărturilor.

### Ocurență

În unele nisipuri și pietrișuri aluvionare avînd o participare redusă. Apare sub formă de cristale prismatice de culoare verzuie caracteristică sau ca fragmente de cristale.

### Sursă

Provine din pegmatite și granite însoțit de lepidolit, topaz, turmalină, spodumen, casiterit. Mai rar din sienite nefelinice, micașisturi și marmore. Uneori și din filoane de cuarț care conțin beril alături de minerale de wolfram și staniu.

**Diagnostic**

P r o p r. f i z i c e: gr. sp. 2,66—2,83; durit. 7,5—8; clivaj imperfect (0001); spărturi neregulate.

P r o p r. o p t i c e: $N||$: incolor.

Refringența crește cu conținutul în alcalii: $\omega=1{,}567$—1,598; $\varepsilon=1{,}565$—1,590.

$N+$: birefringența $\delta=0{,}003$—0,008; extincția dreaptă; alungire negativă.

*LC.*: uniax negativ, dar și anormal biax; figură de interferență necentrată.

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e: birefringența scăzută asociată cu alungirea negativă pe cristale lipsite de clivaj.

C o n f u z i i p o s i b i l e (pentru varietățile incolore, albicioase):

*Cuarț:* refringență mai scăzută, uniax pozitiv.

*Feldspat:* refringență mai scăzută, biax; apare în fracțiunea mai ușoară decît berilul.

*Apatit:* relief mult mai ridicat și birefringență mai scăzută.

*Nefelin:* relief inferior.

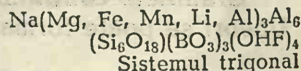
M e t o d e s p e c i f i c e:

*Fluorescența.* La ultraviolete uneori tente albastre sau verzi; de obicei nu se observă.

*Susceptibilitate magnetică:* foarte redusă $0{,}68 \cdot 10^{-6}$ u.e.m. C.G.S. (practic nemagnetic).

*RX.* Distanțele reticulare și intensități caracteristice: 7,98(90); 4,60(50); 3,99(45); 3,25(95); 2,87 Å(100) . . .

## 1.8.13. TURMALINĂ


$Na(Mg, Fe, Mn, Li, Al)_3Al_6(Si_6O_{18})(BO_3)_3(OHF)_4$
Sistemul trigonal

**Caractere externe**

H a b i t u s. Prismatic; cristalele prezintă striuri verticale și terminații neregulate.

C u l o a r e. Variabilă în funcție de compoziție: brun, brun-roșu; brun-negru; brun-verde, albăstrui sau incolor. Varietăți: *schorlit* (negru); *dravit* (cenușiu); *rubelit* (roz); *indicolit* (albastru). Mineral transparent spre translucid; rar opac.

S p ă r t u r ă: concoidală.

T r a n s f o r m ă r i. Mineral rezistent la alterare; uneori totuși trece în lepidolit, sericit sau clorit.

**Ocurență**

Mineral foarte răspîndit în aluviuni și nisipuri grosiere în care se poate prezenta în diverse forme: granule prismatice cu terminații romboedrice sau neregulate, translucide; granule aplatizate pseudohexagonale; granule neregulate cu diverse spărturi (fig. 1.70).

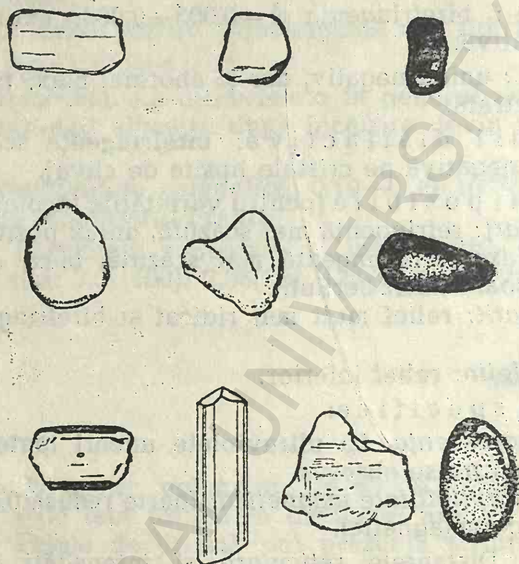


Fig. 1.70. Granule de turmalină

Granulele conțin adesea incluziuni de zircon, rutil, casiterit etc. Uneori se poate forma autigen.

**Sursă**

Provine din pegmatite, granite și mai rar din filoane hidrotermale. De asemenea, din calcare metamorfice. Uneori, reluat în mai multe cicluri de sedimentare.

**Diagnostic**

P r o p r. f i z i c e: gr. sp. 3,00—3,25; durit.: 7—7,5; clivaj imperfect (11$\bar{2}$0).

P r o p r. o p t i c e: $N||$: tonuri brune (brun-gălbui, verde-brun), rar albastru sau roz, întotdeauna cu pleocroism evident

(absorbţia maximă paralel cu firul reticul E—V).
$\omega$=1,635—1,655; $\varepsilon$=1,610—1,620.
*N+*: birefringenţa $\delta$=0,025—0,035; culorile mascate de culoarea mineralului; extincţie dreaptă; alungire negativă.
*LC*. Uniax negativ; figură de interferenţă clară pe feţele bazale lipsite de pleocroism.

T r ă s ă t u r i   d i s t i n c t i v e: pleocroismul intens, absenţa clivajului, extincţia dreaptă şi caracterul uniax.

C o n f u z i i   p o s i b i l e:

*Piroxeni* şi *amfiboli:* pleocroism mai slab, clivaje, evidente, extincţie înclinată.

*Staurolit:* slab pleocroic, birefringenţă mai scăzută.

M e t o d e   s p e c i f i c e:

*Fluorescenţa.* La ultraviolete nu se observă.

*Susceptibilitate magnetică:* atras în separatorul Frantz la 0,5—0,8 A.

*RX.* Distanţele reticulare şi intensităţile caracteristice (din A.S.T.M.): 4,22(65); 3,99(85); 3,48(60); 2,96(85); 2,58 Å(100) . . .

$FeOTiO_2$
Sistemul trigonal

### 1.8.14. ILMENIT

#### Caractere externe

H a b i t u s. Romboedric, tabular; uneori lamele subţiri asemănătoare cu cele de oligist.

C u l o a r e. Negru spre brun-negru; nuanţa neagră creşte cu conţinutul în magneziu. Opac.

C l i v a j: inexistent.

S p ă r t u r ă: concoidală sau neregulată.

T r a n s f o r m ă r i: prin alteraţie la suprafaţa granulelor apar cruste de leucoxen brun-gălbui sau albăstrui.

#### Ocurenţă

Mineral foarte frecvent în aluviuni şi nisipurile de plajă, unde apare sub formă de cristale tabulare cu muchiile rotunjite; de asemenea, ca granule subangulare sau neregulate (fig. 1,71). Asociat de obicei cu magnetit, sfen, rutil etc.

**Sursă**

Provine din roci magmatice ultrabazice (peridotite), bazice (gabbrouri) și neutre (diorite, sienite). De asemenea, din diverse șisturi cristaline — amfibolite, gnaise etc.

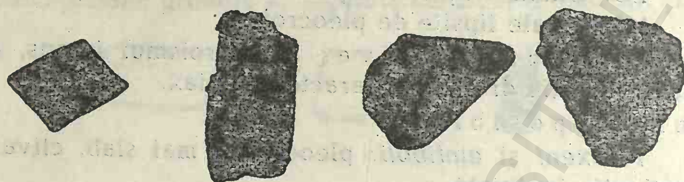


Fig. 1.71. Granule de ilmenit

**Diagnostic**

Propr. fizice: gr. sp. 4,4—4,8; durit. 5—6; fără clivaj.

Propr. optice în lumină reflectată: culoare alb-cenușiu sau roz, slab pleocroic; putere de reflexie 18—2.

Trăsături distinctive: cristale tabulare cu muchiile rotunjite, de culoare neagră; macle polisintetice.

Pentru diagnostic este obligatorie proba titanului.

Confuzii posibile:

*Magnetit:* cubic, fără pleocroism și atras de magnet; alterație diferită.

*Hematit:* pleocroism particular (de la bronz șters la violaceu); alterație diferită.

Metode specifice:

*Fluorescența.* La ultraviolete nu se observă.

*Susceptibilitate magnetică:* atras în separatorul magnetic Frantz la 0,1 și 0,4 A.

*RX.* Distanțele reticulare și intensitățile caracteristice (din A.S.T.M.): 2,54(85); 1,86(85); 1,72(100); 1,50 Å (85).

## 1.8.15. BROOKIT

$TiO_2$
Sistemul rombic

**Caractere externe**

Habitus: Cristale tabulare, aplatizate după (100); cristale piramidale sau prismatice, cu striuri paralele la axa principală.

Culoare. De la galben de chihlimbar la brun; se dispune zonat sau în pete. Mineralul este translucid, transparent, rar opac.

Transformări. La temperaturi ridicate poate trece în rutil.

**Ocurență**

În aluviuni și roci detritice apare sub formă de cristale tabulare sau granule aplatizate cu striuri evidente, indiferent de gra-

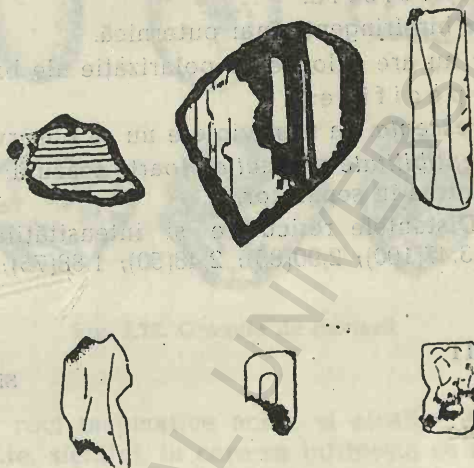


Fig. 1.72. Granule de brookit

dul de rulare (fig. 1.72). Conține des incluziuni de rutil și turmalină; mai rar topaz. Este un mineral puțin frecvent; întîlnit alături de alte minerale de titan. Semnalat și ca prezență autigenă.

**Sursă**

Provine din roci magmatice și șisturi cristaline bogate în $SiO_2$ și în care se găsește ca mineral accesoriu; de asemenea din unele filoane de „tip alpin".

**Diagnostic**

Propr. fizice: gr. sp. 3,9—4,18; durit. 5,5—6; clivaj practic absent.

Propr. optice: $N||$: galben chihlimbar spre brun cu pleocroism rar vizibil în tonuri de galben. ($\gamma=2{,}700$—$2{,}741$; $\mu=2{,}584$—$2{,}586$; $\alpha=2{,}583$).

*N+*: birefringența $\delta = 0,117—0,158$, culori anormale; extincție dreaptă; alungire negativă.

*LC*. Biax pozitiv.

Trăsături distinctive: granule striate, culorile de birefringență anormale în tonuri de bleu-violet sau roșu-lila și relieful ridicat; de asemenea figuri de interferență foarte caracteristice.

Confuzii posibile:

*Rutil:* birefringență mai puternică.

*Sfen:* nu are culorile de polarizație ale brookitului.

Metode specifice:

*Fluorescența*. La ultraviolete nu se observă.

*Susceptibilitate magnetică* foarte scăzută: $0,26 \cdot 10^{-6}$u.e.m. C.G.S.; nu este atras în separator.

*RX*. Distanțele reticulare și intensitățile caracteristice (din A.S.T.M.): 3,47(100); 2,90(85); 2,48(50); 1,88(75); 1,65 Å (60) . . .

## 1.8.16. MONAZIT

$(Ce, La, Th)PO_4$
Sistemul monoclinic

### Caractere externe

Habitus: Prismatic; cristalele sînt în general tabulare sau scurt prismatice cu terminații piramidale. Uneori prezintă fețe inegale striate.

Culoare: Brun-gălbui sau roșcat, verzui; uneori gri sau negru. Mineralul este transparent pînă la opac.

Clivaj: perfect după (001).

Spărturi: inegale, în trepte sau subconcoidale.

Macle: frecvente.

Transformări. Se alterează superficial, cu formarea unor pelicule brune-gălbui, netransparente, probabil compuși ai ceriului.

### Ocurență

Mineral relativ frecvent în aluviuni și roci detritice, în care apare sub formă de cristale idiomorfe, granule cu grade diferite de rulare, granule rotunjite (ovoidale) sau aplatizate (fig. 1.73). Se întîlnesc de asemenea fragmente de cristale separate după fețele

bazale. Incluziunile din granule sînt în special gazoase, cele minerale fiind rare. Apare de obicei asociat cu zircon, biotit, apatit, magnetit.

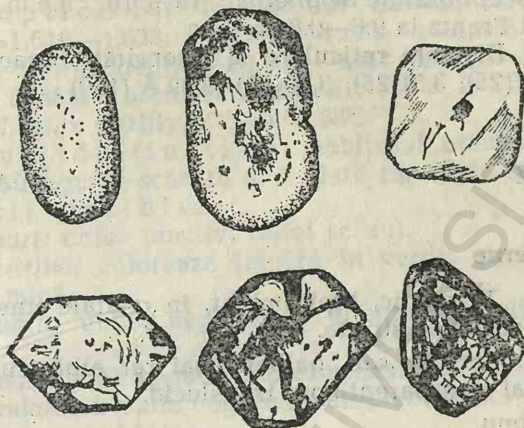


Fig. 1.73. Granule de monazit

**Sursă**

Provine din roci magmatice acide și alcaline (granite, granodiorite, pegmatite, sienite), în care se întîlnește ca mineral accesoriu. Mai rar din diverse filoane hidrotermale.

**Diagnostic**

P r o p r. f i z i c e: gr. sp. 5—5,3; durit. 5; clivaj perfect după (001) și bun după (100).

P r o p r. o p t i c e *N*||: galben pînă la galben brun, portocaliu; în granule fine poate fi incolor cu pleocroism slab: $\gamma$=1,828—1,851; $\beta$=1,771—1,801; $\alpha$=1,774—1,800.

*N*+: birefringența $\delta$=0,046—0,051 culori vii; extincție *c*: $\gamma$=2—7°; alungire negativă în raport cu (100).

*LC*. Biax pozitiv; 2 V=6—19°.

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e: caracterul tabular sau prismatic, relieful ridicat, culoarea galbenă sau portocalie și fluorescența la U.V.

C o n f u z i i p o s i b i l e:

*Zircon:* uniax, nemagnetic.

M e t o d e s p e c i f i c e :

*Fluorescență.* La ultraviolete uneori se colorează în verde deschis.

*Susceptibilitate magnetică:* $18 \cdot 9 \cdot 10^{-6}$ u.e.m. C.G.S.; atras în separatorul Frantz la 0,6—0,8 A.

*RX.* Distanțe reticulare și intensități caracteristice (din A.S.T.M.): 4,17(25); 3,51(25); 3,30(50); 3,09 Å (100) . . .

## 1.8.17. TOPAZ

$Al_2(SiO_4)(OH, F)_2$
Sistemul rombic

### Caractere externe

H a b i t u s. Prismatic, bipiramidat, în cristale uneori alungite, alteori scurte cu fețele striate.

C u l o a r e. Incolor sau galben, mai rar albăstrui verzui sau roz pal. Mineral transparent spre translucid.

C l i v a j : bun.

T r a n s f o r m ă r i. Mineral foarte rezistent; se alterează în mediu alcalin și trece în caolinit, talc, sericit.

### Ocurență

Mineral relativ frecvent în aluviuni și roci detritice, în special gresii. Apare sub formă de granule subangulare sau neregulate;



Fig. 1.74. Granule de topaz

rar granule idioforme (fig. 1.74). Des fragmente de cristale separate de-a lungul clivajului. Incluziuni fluide (în majoritate), și de ilmenit și hematit. De obicei, asociat cu zircon, turmalină etc.

### Sursă

Provine din roci magmatice acide, granite, pegmatite, riolite sau din roci metamorfice de contact.

**Diagnostic**

P r o p r. f i z i c e: gr. sp. 3,49—3,57; durit. 8; clivaj perfect (001);

P r o p r. o p t i c e N||: incolor, rar galben, fără pleocroism. $\gamma$=1,616—1,638; $\beta$=1,609—1,631; $\alpha$=1,606—1,629.

*N*+: birefrigența $\delta$=0,008—0,011 cenușiu ord. I; extincție dreaptă; alungire pozitivă

*LC*. Biax pozitiv, 2*V*=48—68°.

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e: habitusul prismatic și relieful mijlociu, birefringența scăzută și o clară figură de interferență.

C o n f u z i i p o s i b i l e:

*Cuarț:* uniax pozitiv, relief scăzut.

*Baritină:* colorează flacăra în verde, gr. sp. mai mare, duritate mai mică.

*Apatit:* uniax negativ cu alungire negativă; relief superior;

*Beril:* uniax negativ, relief scăzut.

*Andaluzit:* optic negativ, slab pleocroism.

M e t o d e s p e c i f i c e:

*Fluorescență.* La ultraviolete în bleu, verde, gălbui și roșcat, de obicei însă rară.

*Susceptibilitate magnetică:* nu este atras în separatorul magnetic.

*RX.* Distanțe reticulare și intensități caracteristice (A.S.T.M.): 3,69(60); 3,20(65); 2,94(100); 2,36(45); 2,10 Å (45) . . .

## 1.8.18. SILLIMANIT


$Al_2O(SiO_4)$
Sistemul rombic

**Caractere externe**

H a b i t u s. Prismatic, rectangular cu terminații neregulate, fibros (varietatea *fibrolit*); uneori strict paralel cu axa *c*.

C u l o a r e. Incolor sau slab colorat în gălbui sau verzui. Mineral transparent spre translucid.

C l i v a j: foarte bun.

T r a n s f o r m ă r i. Prin alterație trece în muscovit, pirofilit și caolinit.

**Ocurență**

Mineral relativ frecvent în anumite aluviuni sau roci detritice, sub formă de prisme subțiri sau fibre cu terminații neregulate; de

asemenea asociaţii (agregate) fibroase. Granulele cu striuri regulate sînt rare. Uneori se întîlnesc prisme curbe (fig. 1.75). Mineralul poate conţine incluziuni de spinel sau biotit. De obicei este asociat cu granat, cordierit, disten şi andaluzit.



Fig. 1.75. Granule de sillimanit

**Sursă**

Provine din şisturi cristaline formate în condiţii de temperatură şi presiune înaltă: complexul rocilor migmatice, gnaise, paragnaise, micaşisturi. De asemenea, din unele corneene de temperatură înaltă.

**Diagnostic**

P r o p r. f i z i c e: gr. sp. 3,23—3,25; durit. 6,5—7,5; clivaj perfect (010).

P r o p r. o p t i c e $N||$: incolor, rar verde, albastru sau gri şi în acest caz foarte slab pleocroic. $\gamma$=1,673—1,683; $\beta$=1,658—1,662; $\alpha$=1,654—1,661.

$N+$: birefrigenţa $\delta$=0,020 cu tente verzi sau roz; extincţie dreaptă; alungire pozitivă.

*LC*. Biax pozitiv; 2V=20—30°.

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e: caracterul fibros, alungirea pozitivă, culorile de birefringenţă în tonuri de verde şi roz; 2V mic.

C o n f u z i i p o s i b i l e:

*Disten:* relief puternic, clivaje rectangulare şi extincţie inclinată.

*Andaluzit:* alungire negativă, birefringenţă scăzută şi 2V mare.

*Apatit:* uniax, birefringenţă scăzută.

*Tremolit:* extincţie înclinată.

*Zoizit:* relief puternic, nu este fibros.

M e t o d e s p e c i f i c e:

*Fluorescenţă.* La U.V. uneori alb-albăstrui.

*Susceptibilitate magnetică:* nu este atras în separatorul Frantz.

*RX*. Distanțe reticulare și intensități caracteristice (din A.S.T.M.): 3,41(90); 3,36(100); 2,67(80); 2,53(90); 2,20 Å (100) . . .

### 1.8.19. STAUROLIT

$(Fe, Mg)_2(Al, Fe)_9O_6(SiO_4)_4(O \cdot OH)_2$
Sistemul rombic

**Caractere externe**

H a b i t u s: prismatic.

C u l o a r e: brună sau roșie cu tente arămii, alteori brun-gălbui; mineral transparent sau translucid.

M a c l e: în cruce foarte caracteristice.

S p ă r t u r ă: colțuroasă.

T r a n s f o r m ă r i: De obicei trece în clorit sau talc.

**Ocurență**

Mineral frecvent în aluviuni și nisipuri, în care apare sub formă de granule neregulate, aplatizate, de multe ori cu spărturi colțuroase („în dinți de fierăstrău") (fig. 1.76). Cristalele prismatice fără urmă de rulare sînt mai rare. Granulele mai intens colorate conțin de obicei incluziuni de cuarț, granat, turmalină, rutil, biotit și carbonați. Apare asociat cu granat, disten, andaluzit, magnetit, silimanit și cordierit.

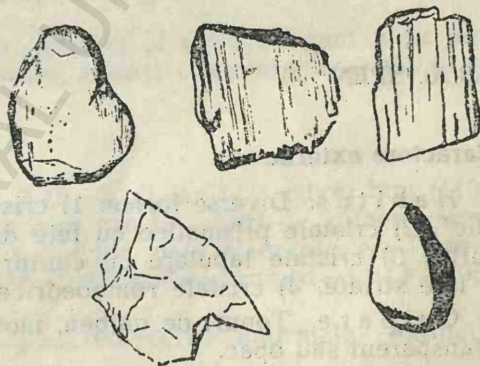


Fig. 1.76. Granule de staurolit

**Sursă**

Provine din șisturi cristaline metamorfozate în condiții medii (faciesul amfibolitelor cu staurolit) de tipul gnaiselor, micașisturilor și paragnaiselor. Din unele aureole de contact ale masivelor granitice.

**Diagnostic**

P r o p r. f i z i c e: gr. sp.: 3,65—3,83; durit. 7,00—7,5; clivaj relativ bun (010).

Propr. optice $N||$: galben sau brun roşcat spre auriu cu pleocroism evident; $\gamma$=1,752—1,761, galben auriu; $\beta$=1,745—1,753; $\alpha$=1,739—1,747 pal, incolor.

$N+$: birefringenţa $\delta$=0,013—0,014, cu tente galbene şi roşii; extincţie dreaptă; alungire pozitivă.

*L.C.*: biax pozitiv; 2V=90°.

Trăsături distinctive: granule galbene cu relief ridicat şi extincţie dreaptă; birefringenţa relativ scăzută.

Confuzii posibile:

*Turmalină:* relief mai slab, birefringenţă mai puternică şi pleocroism intens.

*Rutil:* relief mai ridicat şi birefringenţă foarte puternică.

*Melanit:* izotrop.

Metode specifice:

*Fluorescenţă.* La U.V. nu se observă.

*Susceptibilitate magnetică:* atras de separatorul Frantz la 0,5—0,6 A.

*RX.* Distanţe reticulare şi intensităţi caracteristice (din A.S.T.M.): 3,56(60); 3,01(100); 2,69(10); 2,40(60); 2,37 Å (80)...

## 1.8.20. SFEN

$CaTi(SiO_4)(O\cdot OH, F)$
Sistemul monoclinic

### Caractere externe

Habitus. Diverse forme: 1) cristale aplatizate cu aspect „de plic"; 2) cristale prismatice cu feţe diminuate (110) şi (100) puţin curbe; 3) cristale tabulare cu contur pătratic sau puţin alungite şi feţe striate; 4) cristale romboedrice cu feţe mate uşor răsucite.

Culoare. Tonuri de galben, mov, alb lăptos, verzui sau gri. Transparent sau opac.

Macle: comune după (100).

Transformări. Prin alteraţie se decolorează şi se transformă într-un agregat gălbui de leucoxen sau oxizi de Fe.

### Ocurenţă

Mineral frecvent în aluviuni şi roci detritice, de obicei sub formă de cristale neregulate, uşor rotunjite; de asemenea granule uşor izometrice cu terminaţii bipiramidale (fig. 1.77). În unele roci sedimentare se poate forma autigen.

**Sursă**

Provine din diverse tipuri de roci în care este prezent ca mineral accesoriu, cu caractere particulare (vezi habitus): tipul 1 în roci magmatice acide și neutre; tipul 2 în sienite sau pegmatitele

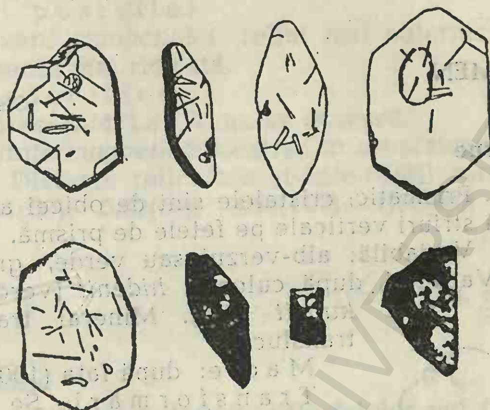


Fig. 1.77. Granule de sfen

acestora; în șisturi cristaline (gnaise) și calcare; tipul 3 în roci bazice metamorfozate (amfibolite, șisturi cristaline cu epidot și clorit).

**Diagnostic**

P r o p r. f i z i c e: gr. sp. 3,45—3,55; durit. 5; clivaj bun (110).

P r o p r. o p t i c e: *N*||: incolor sau în tonuri de galben-verzui pal, galben de miere sau maro deschis, ușor pleocroic; $\gamma$=1,943—2,110 brun portocaliu; $\beta$=1,870—2,034 galben brun; $\alpha$=1,843—1,950 galben pal;

*N*+: birefringența $\delta$=0,100—0,160 anormală; extincție *c*: $\alpha$=40°.

*LC.*: Biax pozitiv. 2V=17—40°.

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e: habitusul, relieful puternic, birefringența foarte ridicată în tente albăstrui fac posibilă recunoașterea lui.

C o n f u z i i p o s i b i l e:

*Casiterit:* uniax, birefringență mai slabă.

*Monazit:* relief inferior sfenului, birefringență mai slabă.

M e t o d e s p e c i f i c e:

*Fluorescența.* La ultrascurte nu se observă.

*Susceptibilitate magnetică:* 10—22·$10^{-6}$ u.e.m. C.G.S.; ușor atras în separatorul Frantz la 0,8 A.

*RX.* Distanțe reticulare și intensități caracteristice din A.S.T.M.); 3,23(100); 2,99(90); 2,60(90); 2,06(40); 1,64 Å (40) . . .

## 1.8.21. SPODUMEN

$LiAlSi_2O_6$
Sistemul monoclinic

### Caractere externe

H a b i t u s. Prismatic; cristalele sînt de obicei aplatizate după (100) și prezintă striuri verticale pe fețele de prismă.

C u l o a r e. Variabilă: alb-verzui sau verde, gri sau gălbui uneori violet. Varietăți, după culoare: *hidenit* (verde smarald) și *kunzit* (lila). Mineral transparent sau translucid.

M a c l e: după fața (100).

T r a n s f o r m ă r i: Se alterează relativ ușor și trece în albit, muscovit, sericit, *criptit* (silicat de Al și Li) și *cimatolit* (produs fibros-mătăsos).

Fig. 1.78. Granule de spodumen

### Ocurență

Mineral rar. În aluviuni apare sub formă de cristale idiomorfe striate sau ca granule neregulate sparte (fig. 1.78). Asociații mai frecvente turmalină, lepidolit, beril.

### Sursă

Provine din granite, pegmatite granitice, mai rar gnaise și micașisturi.

### Diagnostic

P r o p r. f i z i c e: gr. sp. 3,05—3,20; durit. 6,5—7; clivaj perfect după (110), imperfect după (100) și (010).

P r o p r. o p t i c e: *N*||: incolor, verde pal, mov sau roz cu slab pleocroism; $\gamma$=1,662—1,679 incolor; $\beta$=1,655—1,669; $\alpha$=1,648—1,663 verde sau roșu.

*N*+: birefringența $\delta$=0,016 culori slabe; extincție:

*c*: $\gamma$=23—27°; alungire pozitivă.

*LC*. Biax pozitiv. 2V=54—60°.

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e: prezenţa striurilor verticale; unghiul mic de extincţie; colorează flacăra în carmin; de obicei dă produşi de alteraţie fibroşi.

C o n f u z i i p o s i b i l e:

*Piroxeni monoclinici:* relief mai puternic, extincţie mai mare, birefringenţă mai ridicată.

M e t o d e s p e c i f i c e:

*Fluorescenţă*. La UV nu se observă.

*Susceptibilitate magnetică:* neatras în separatorul Frantz.

*RX*. Distanţe reticulare şi intensităţi caracteristice (din A.S.T.M.): 4,61(50); 3,92(60); 3,54(100); 1,88(60); 1,87 Å(60)...

## 1.8.22. AUGIT x

$(Ca, Na)(Mg, Fe, Al, Ti)_2(SiAl)_2O_6$
Sistemul monoclinic

### Caractere externe

H a b i t u s. Prismatic; terminaţiile feţelor pot fi foarte diferite iar secţiunile lor, pătratice sau octogonale.

C u l o a r e. Variabilă, în funcţie de compoziţie: verde, galben verzui, brun maroniu (pentru varietăţile titanifere).

C l i v a j. Vizibil; în secţiunile bazale direcţiile sînt rectangulare.

M a c l e: polisintetice (100).

T r a n s f o r m ă r i. Prin alteraţie (de obicei hidrotermală) trece în *uralit* (var. de hornblendă). Alte produse mai obişnuite: clorit, talc, serpentină, uneori însoţite de cuarţ, calcit şi epidot.

### Ocurenţă

În aluviuni şi nisipuri se întîlneşte cu frecvenţă moderată sub formă de prisme (rar) şi granule rotunjite şi clivate, lipsite de formă. Granulele sparte *(augit acicular)* prezintă muchii în „dinţi de fierăstrău" şi sînt foarte caracteristice pentru orizonturile în care apar. Granulele pot conţine incluziuni de ilmenit, magnetit, apatit (fig. 1.79).

### Sursă

Provine din roci efuzive bazice şi neutre (bazalte şi andezite) sau din roci magmatice de tipul gabbrourilor şi piroxenitelor, fiind adesea însoţit de hipersten, hornblendă, olivină, biotit.

**Diagnostic**

P r o p r. f i z i c e : gr. sp. 3,2—3,6; durit. 5—6; clivaj perfect după (110) şi (1$\bar{1}$0); unghiul dintre direcţiile de clivaj este de 87°.



Fig. 1.79. Granule de augit

P r o p r. o p t i c e : *N*||: verde-brun cu pleocroism variabil; $\gamma$=1,703—1,761, verde oliv; $\beta$=1,672—1,741, verde-gălbui; $\alpha$=1,671—1,735, verde pal.
*N*+: birefringenţa $\delta$=0,026—0,032; extincţie *c*: $\gamma$=39—47° funcţie de compoziţie; alungire pozitivă.
*LC*. Biax pozitiv; 2*V*=25—60°.

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e : caracterul scurt prismatic (în raport cu amfibolii), direcţiile de clivaj la 87°, extincţia mare, pleocroismul mai scăzut decît la amfiboli.

C o n f u z i i p o s i b i l e :

*Hipersten:* extincţie dreaptă şi birefringenţă scăzută.

*Diopsid:* incolor, verde pal, fără pleocroism; se alterează mai greu.

*Augit-Egirin:* pleocroism intens, extincţie mai mică, relieful şi birefringenţa mai accentuate.

M e t o d e s p e c i f i c e :

*Fluorescenţa.* La UV nu se observă.

*Susceptibilitate magnetică:* creşte cu conţinutul în Fe; atras în separatorul Frantz la 0,4—0,6 A.

*RX.* Distanţe reticulare şi intensităţi caracteristice (din A.S.T.M.): 2,99(100); 2,16(85); 2,27(85); 1,62(100); 1,43 Å(100) . . .

## 1.8.23. HEDENBERGIT

$CaFe(Si_2O_6)$
Sistemul monoclinic

**Caractere externe**

H a b i t u s : cristale prismatice, rar lamelare.

C u l o a r e : verde închis, aproape negru. Translucid.

C l i v a j: după două direcţii la 87°.

T r a n s f o r m ă r i. Se alterează relativ uşor şi trece în uralit, talc sau serpentină.

**Ocurenţă**

Mineral rar în aluviuni, din cauza instabilităţii sale. Apare sub formă de baghete sau fragmente de cristale asociat cu magnetit şi olivin.

**Sursă**

Provine din skarne, unele roci metamorfice sau sienite cuarţifere.

**Diagnostic**

P r o p r. f i z i c e: gr. sp. 3,5—3,6; durit. 6; clivaj după (110) şi (1$\bar{1}$0) perfect.

P r o p r. o p t i c e: *N*||: verde închis, uşor pleocroic; $\gamma$=1,741—1,751, verde închis; $\beta$=1,723—1,730, verde galben; $\alpha$=1,716—1,726, verde deschis.

*N*+: Birefringenţă $\delta$=0,025—0,029; Extincţie c: $\gamma$=48°; Alungire pozitivă.

*L.C:* Biax.

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e: clivajul aproape rectangular, culoarea verde închis, birefringenţa ridicată şi extincţia oblică.

C o n f u z i i p o s i b i l e:

*Augit:* birefrigenţă mai scăzută; 2V mic.

*Hipersten:* birefringenţă mai scăzută; extincţie dreaptă.

*Hornblendă verde:* birefringenţă scăzută; unghi de extincţie mai mic, clivaje la 124°.

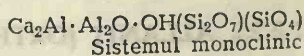
M e t o d e s p e c i f i c e:

*Fluorescenţă la U.V.:* nu se observă.

*Susceptibilitate magnetică:* atras de separator.

*R.X.:* distanţe reticulare şi intensităţi caracteristice (A.S.T.M.): 2,97(100); 2,56(30); 2,53(50); 2,13(30); 1,76 Å(30) . . .

## 1.8.24. CLINOZOIZIT


$Ca_2Al \cdot Al_2O \cdot OH(Si_2O_7)(SiO_4)$
Sistemul monoclinic

**Caractere externe**

H a b i t u s: prismatic paralel cu „*b*"; mai rar tabular, paralel cu (100). Pe feţele de prismă striuri caracteristice paralele cu „*b*". De obicei, cristalele nu prezintă terminaţii distincte.

C u l o a r e: galben deschis, galben crem sau verzui; uneori incolor. Mineralul este transparent sau translucid.

**Ocurență**

Mineral de obicei rar în aluviuni și nisipuri, dar mai obișnuit decît zoizitul. Se prezintă în granule alungite, incolore sau galben pal, uneori cu incluziuni de amfiboli. De asemenea în fragmente de cristale, uneori cu fețe clivate.

**Sursă**

Provine din șisturi cristaline de metamorfism scăzut, roci magmatice bazice sau din unele produse de alterare ale feldspaților.

**Diagnostic**

P r o p r. f i z i c e: gr. sp. 3,2—3,38; durit. 6,5; clivaj perfect (001), imperfect (100).

P r o p r. o p t i c e: *N*||: incolor, gălbui sau galben roz, fără pleocroism; $\gamma$=1,690—1,734; $\beta$=1,674—1,725; $\alpha$=1,670—1,715.

*N*+: Birefringență $\delta$ =0,019—0,020 culori anormale albastru violet; Extincție c: $\alpha$=0—7° în raport cu muchiile prismei și urmele de clivaj; extincție dreaptă; Alungire pozitivă sau negativă.

*L.C.:* Biax pozitiv; 2V=14—40°.

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e: cristale incolore cu birefringență scăzută, în tente anormale; biax pozitiv.

M e t o d e s p e c i f i c e:

*Fluorescența la U.V.:* nu se observă.

*Susceptibilitate magnetică:* slab atras în separator.

*R.X.:* distanțe reticulare și intensități caracteristice pentru un clinozoizit sintetic (A.S.T.M.): 5,01(35); 4,00(30); 3,03(35); 2,89(100); 2,71 Å(35).

## 1.8.25. ALLANIT (ORTHIT)

$(Ca, Mn, Ce, La, Y, Th)_2(Fe^{2+}Fe^{3+}Ti)(Al, Fe^{3+})_2O\cdot OH(Si_2O_7)(SiO_4)$

Sistemul monoclinic

**Caractere externe**

H a b i t u s: cristale prismatice asemănătoare ca formă cu epidotul; adesea tabulare, aplatizate după (101). Fețele cristalelor

de obicei sînt mate, corodate şi acoperite cu pelicule de alterare. Frecvent, ca varietăţi metamictice în agregate cu aspect păros.

C u l o a r e: brun-negru, de obicei cu dispoziţie zonară-verzuie sau mov deschis — la periferie.

T r a n s f.: Prin alterare se acoperă cu o crustă pămîntoasă de culoare brun-roşcată, constituită din oxizi de Fe, Al şi silice se îmbogăţesc relativ în Th.

**Ocurenţă**

În aluviuni ca granule neregulate, alungite, cu proprietăţi foarte variabile; asociate de multe ori cu epidotul. Întîlnit în jurul unor intruziuni granitice sau al filoanelor asociate lor.

**Sursă**

Provine din granite, granodiorite, sienite sau gabbrouri, în care se găseşte ca mineral accesoriu. De asemenea din pegmatite cu pămînturi rare, unde se găseşte asociat cu uraninit, xenotim, magnetit, granat, apatit, monazit. Mai rar din gnaise amfibolice.

**Diagnostic**

P r o p r. f i z i c e: gr. sp. 3,4—4,2; durit. 5—6,5; clivaj (001) imperfect.

P r o p r. o p t i c e: $N||$: brun-deschis, brun-verzui, brun-gălbui, de obicei neuniform („în pete"). Varietăţile metamictice cu culori deschise. Pleocroism net: $\gamma=1{,}706—1{,}828$ brun-verde, verde; $\beta=1{,}700—1{,}815$ galben-brun-verzi; $\alpha=1{,}690—1{,}791$ brun-roşu, incolor; varietăţile metamictice $N=1{,}610$.

$N+$ Birefringenţă $\delta=0{,}013—0{,}036$ var. metamictice sînt izotrope; Extincţie *c:* $\alpha=1—47°$; *b:* $\beta=0°$; alungire pozitivă sau negativă.

*L.C.:* Biax cu 2*V* variabil 40—123° (±).

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e: culoarea brună, pleocroismul puternic şi relieful ridicat. De asemenea culorile de birefringenţă variabile şi asociaţia cu epidotul.

C o n f u z i i p o s i b i l e:

*Epidot:* culoare galben verzuie, pleocroism slab şi birefringenţa mai ridicată.

*Hornblendă brună:* clivaj net, extincţie înclinată; var. metamictică se confundă cu melanitul care are un relief mai accentuat.

M e t o d e  s p e c i f i c e:

Mineral radioactiv.

*Fluorescență la U.V.:* nu se observă.

*Susceptibilitate magnetică:* mediu atras în separatorul Frantz la 0,4—0,5 A.

*R.X.:* distanțe reticulare și intensități (I), (A.S.T.M.): 3,52(40); 2,92(90); 2,91(100); 2,86(50); 2,68 Å(40) . . .

## 1.8.26. OLIVINĂ

$(Mg, Fe)_2SiO_4$
Sistemul rombic

### Caractere externe

H a b i t u s: frecvent cristale aplatizate după (001) sau (010) și alungite după (001) cu fețe netede și terminații octaedrice.

C u l o a r e: galben-verzui sau verde oliv; termenul pur magnezian — *forsteritul* — este incolor iar cel feric — *fayalitul* — brun-negru. Mineralul este transparent spre translucid.

S p ă r t u r ă: concoidală, fără clivaj.

T r a n s f.: mineral ușor alterabil. Trece prin hidratare în diverse minerale. Frecvent în serpentină, idingsit, bowlingit, clorit; de asemenea în amfibol, talc, carbonați și oxizi de Fe. *Idingsitul* este cenușiu-portocaliu, iar *bowlingitul* verde (de obicei dificil de separat și determinat optic, datorită amestecului în care se găsesc).

### Ocurență

Mineral rar în sedimentele vechi. Mai des întîlnit în aluviuni recente în apropierea sursei. Apare sub formă de granule alungite sau neregulate; adesea fragmente de granule (fig. 1.80). În

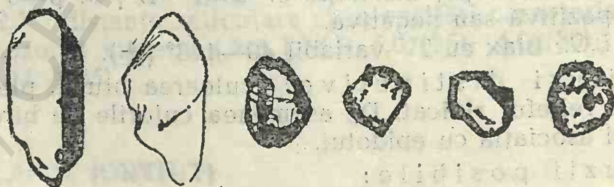


Fig. 1.80. Granule de olivină

general suprafața granulelor este corodată, iar pe spărturi se întîlnesc urme ale alterației. Se conservă mai bine în regiunile cu climat rece, unde poate apare asociat cu piroxeni, cromit, magnetit, granat și uneori cu dolomit și magnezit.

**Sursă**

Provine din corpuri de ultrabazite (peridotite, dunite) asociate şisturilor cristaline sau din roci eruptive bazice — gabbrouri sau bazalte. De asemenea, din unele tipuri de corneene (calcare cristaline cu silicaţi) sau skarne.

**Diagnostic**

P r o p r. f i z i c e: gr. sp. 3,40—3,52 creşte cu mărirea conţinutului în Fe; durit. 6,5—7; clivaj (010) slab.

P r o p r. o p t i c e: *N*||: incolor (de obicei); uneori galben verzui dar fără pleocroism; variază considerabil în funcţie de Mg : Fe; $\gamma$=1,693—1,736; $\beta$=1,672—1,718; $\alpha$=1,655—1,692;

*N*+Birefringentă $\delta$=0,038—0,044 culori vii; Extincţie dreaptă. Alungire variabilă.

*L.C.:* Biax negativ. 2V=90°.

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e: dificil de identificat în granule proaspete; mai uşor cînd este parţial alterat. Spărtura, relieful ridicat asociat cu extincţia dreaptă şi birefringenţa (!! atenţie la grosimea secţiunii).

C o n f u z i i p o s i b i l e:

*Augit* (diopsid): clivaje evidente, extincţie înclinată; 2V mai mic.

*Epidot:* colorat pleocroic, birefringenţa dispusă neomogen.

M e t o d e s p e c i f i c e:

*Fluorescenţă la U.V.:* nu se observă.

*Susceptibilitate magnetică:* $15—35 \cdot 10^{-6}$ u.e.m. C.G.S., este atras în separatorul Frantz la 0,5—0,6 A.

*R.X.:* distanţe reticulare şi intensităţi caracteristice pentru termenii extremi (din A.S.T.M.): fayalit 9,55(80); 2,82(100); 2,57(80); 2,50(100); 1,78 Å(100); forsterit: 5,10(10); 3,88(60); 2,77(100); 2,51(100); 2,46 Å(80) . . .

## 1.8.27. ANDALUZIT

$Al_2O(SiO_4)$
Sistemul rombic

**Caractere externe**

H a b i t u s: cristale prismatice aciculare sau fibroase.

C u l o a r e: de obicei incolor; mai rar roz, violet sau verde pal; întotdeauna transparent.

T r a n s f. : frecvent poate trece la sericit; mai rar trece la un amestec de corindon, spinel, rutil și feldspat. Trecerea lui în caolinit determină aspectul tulbure al granulelor.

**Ocurență**

În aluviuni și nisipuri granule incolore sau roz cu aspect sticlos evident și forme neregulate sau subangulare (fig. 1.81).

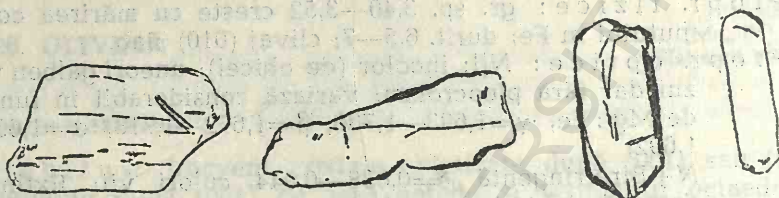


Fig. 1.81. Granule de andaluzit

Frecvent ele conțin incluziuni de grafit (varietatea *chiastolit*) și magnetit. Mineralul este mai frecvent în depozitele pliocene.

**Sursă**

Provine în special din șisturi cristaline (paragnaise și micașisturi) și diverse tipuri de corneene formate pe roci argiloase; de asemenea, din șisturi nodulare sau pătate. Din unele roci magmatice acide sau pegmatite în care este asociat cu sillimanit, corindon, staurolit.

**Diagnostic**

P r o p r. f i z i c e : gr. sp. 3,13—3,16; durit. 7,5; clivaj (110) bun, (100) slab, (010) rar.

P r o p r. o p t i c e : *N*||: incolor spre roz. Varietățile colorate evident pleocroice; $\gamma$=1,638—1,650, incolor; $\beta$=1,633—1,644, incolor; $\alpha$=1,629—1,640 roz.

*N*+: Birefrigență $\delta$ =0,10; Extincție dreaptă. Alungire negativă.

*L.C.*: Biax negativ (2V=73—86°). Secțiunea $\perp$ pe $\gamma$ sau $\beta$ dă semn optic pozitiv.

T r ă s ă t u r i  d i s t i n c t i v e : clivajul prismatic rectangular asociat culorii cu tentă roz. De asemenea, alungirea negativă și birefringența scăzută.

Confuzii posibile:

*Cuarț:* uniax, relief scăzut.

*Disten:* extincție înclinată.

*Topaz:* biax pozitiv cu 2V mai mic.

*Hipersten:* alungire pozitivă.

Metode specifice:

*Fluorescență la U.V.* nu se observă.

*Susceptibilitate magnetică:* nu este atras în separatorul Frantz.

*R.X.:* distanțe reticulare și intensități caracteristice (A.S.T.M.): 5,54(100); 4,53(90); 3,92(70); 2,77(90); 2,17 Å(90) ...

## 1.8.28. DISTEN

$Al_2O(SiO_4)$
Sistemul triclinic

### Caractere externe

Habitus: de obicei sub formă de cristale prismatice aplatizate și alungite în lungul axei „*a*" cu fețele terminale neregulate.

Culoare: incolor, albăstrui (de unde și numele său de *cianit* sau *kyanit*) verde pal, negru-cenușiu (din cauza unor incluziuni), gălbui (datorită oxizilor de Fe).

Clivaj: marcant după două direcții la 90°; determină pe fețe terminații în trepte foarte caracteristice.

Macle: lamelare după (100).

Transf.: se alterează destul de ușor trecînd în muscovit, pirofilit, talc sau steatit și mai rar în clorit.

### Ocurență

Mineral relativ frecvent în aluviuni și nisipuri apare în forme variate: granule prismatice, subangulare, alungite în direcția axului principal, cu terminații neregulate și urme de clivaj vizibile: (001) la 90° de alungire și (010) paralelă la muchia prismei; uneori granulele prezintă urme de deformare (îndoiri); granule bine rulate, cristalele corodate; fragmente clivate și sparte (fig. 1.82). Ele pot conține incluziuni cărbunoase sau argiloase, de hidroxizi de fier, repartizate neuniform în granule. În aceste depozite este asociat cu granat, staurolit, andaluzit, corindon.

Obs.: Datorită formelor proprii pe care le prezintă acest mineral în anumite orizonturi detritice este folosit ca mineral de co-

relaţie. Gradul său de coroziune poate da indicaţii asupra naturii şi puterii de transport a mediului.

**Sursă**

Provine din şisturi cristaline formate în condiţiile unui metamorfism de grad înalt (în special presiune ridicată), micaşisturi, paragnaise, gnaise.

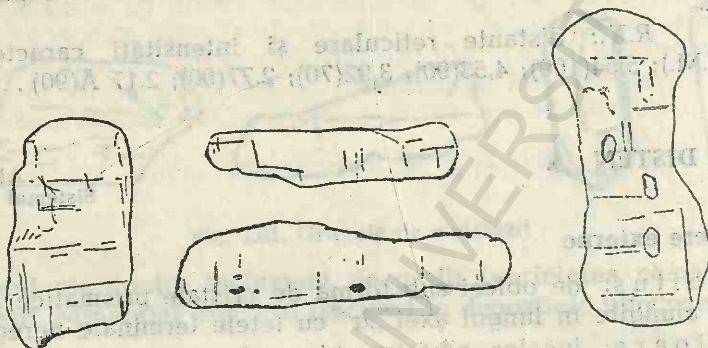


Fig. 1.82. Granule de disten

**Diagnostic**

P r o p r. f i z i c e: gr. sp.: 3,6—3,7; durit. 4—5 în sensul alungirii cristalului şi 7 normal la alungire; clivaj foarte bun (100); (010) şi (001) bun.

P r o p r. o p t i c e: *N*||: incolor, în secţiuni groase albăstrui sau verzui; varietăţile colorate sînt pleocroice; $\gamma$=1,727—1,734, albastru violet; $\beta$=1,721—1,723, albastru violet; $\alpha$=1,712—1,718, incolor.

*N*+ Birefringentă $\delta$=0,015 cenuşiu gălbui, poate deveni roşu sau verde în granule groase. Extincţie dreaptă pe (001), 7° pe (010) şi 32° pe (100). Alungire pozitivă.

*L.C.*: Biax negativ, fără figuri bune. 2V=82—84°.

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e: habitusul aplatizat, direcţiile de clivaj la 90° ce determină terminaţii în trepte, relieful ridicat şi birefringenţa scăzută.

C o n f u z i i p o s i b i l e:

*Andaluzit:* alungire negativă, relief mai scăzut, extincţie dreaptă, uşor pleocroic.

*Zircon:* cînd acesta se prezintă în granule ovoidale; dar are relieful mai puternic şi birefringenţa mai ridicată.

Metode specifice:

*Fluorescenţă la U.V.:* uneori devine roşu roz pînă la smeuriu deschis.

*Susceptibilitate magnetică:* $0,01 \cdot 10^{-6}$ u.e.m. C.G.S. nu este atras în separatorul Frantz.

*R.X.:* distanţe reticulare şi intensităţi caracteristice (A.S.T.M.): 3,35(65); 3,18(100); 1,96(55); 1,94(50); 1,38 Å(75)...

## 1.8.29. CORDIERIT

$Al_3(Mg, Fe^{2+})_2(Si_5AlO_{18})$
Sistemul rombic

### Caractere externe

Habitus: cristale scurt prismatice uneori pseudohexagonale cu aspect de aragonit.

Culoare: albastru sau gălbui. Mineral transparent, uneori translucid.

Macle: polisintetice; asociaţia cristalelor rombice conduce la aspecte hexagonale.

Transf.: trece relativ uşor la sericit începînd de la planele de maclă sau clivaj spre centrul cristalului. Pseudomorfozele poartă denumirea de *pinit*.

### Ocurenţă

Mineral instabil şi de aceea puţin frecvent în aluviuni. Apare ca granule subangulare, incolore, bogate în incluziuni de zircon, monazit, cuarţ, feldspat, biotit, rutil, minerale opace. De obicei se întîlnesc granule de pinit verde sau brun verzui. Este asociat cu sillimanit, granaţi, mice (fig. 1.83).



Fig. 1.83. Granule de cordierit

### Sursă

Provine din roci metamorfice de contact, corneene şi şisturi cristaline formate în condiţii de presiune scăzută.

**Diagnostic**

Propr. fizice: gr. sp.: 2,53—2,78; durit: 7—7,5; clivaj: moderat (010), slab (001) și (100).

Propr. optice: *N*||: incolor sau albăstrui, cu aureole galbene pleocroice în jurul unor incluziuni de zircon, rutil. Pleocroism variabil cu compoziția:

| Fe | Mg |
|---|---|
| γ=violet | albastru |
| α=incolor | verde |
| γ=1,527—1,576 | |
| β=1,524—1,574 | |
| α=1,522—1,558 | |

*N*+ Birefringenta δ=0,005—0,018 cenușiu ord. I; Extincție dreaptă. Alungire negativă.

*L.C.* Biax negativ. 2V=40—80°.

Trăsături distinctive: relieful zero asociat cu o birefringență scăzută (culoare cenușie ord. I) și 2V ridicat; de asemenea, alterație frecventă.

Confuzii posibile:

*Cuarț:* uniax pozitiv, limpede.

*Plagioclaz:* macle polisintetice, clivaj bun.

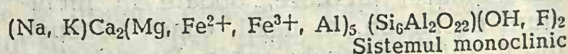
Metode specifice:

*Fluorescență la U.V.:* nu se observă.

*Susceptibilitate magnetică:* nu este atras în separatorul Frantz.

*R.X.:* distanțe reticulare și intensități caracteristice (A.S.T.M.): 8,54(80); 8,45(80); 4,09(75); 3,39(70); 3,31 Å(100)...

## 1.8.30. HORNBLENDĂ VERDE


$(Na, K)Ca_2(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al)_5 (Si_6Al_2O_{22})(OH, F)_2$
Sistemul monoclinic

**Caractere externe**

Habitus: cristale prismatice, alungite paralele cu „c"; uneori fibroase sau aciculare.

Culoare: verde intens, mai rar brun (varietate *hornblendă bazaltică*), foarte rar galben.

Clivaj: paralel cu fețele de prismă; pe cele bazale două direcții distincte cu un unghi de 124°.

T r a n s f.: se alterează uşor şi trece în clorit; uneori în epidot, calcit, siderit şi magnetit.

**Ocurenţă**

De obicei în aluviuni recente în apropierea sursei. Mai rar în depozitele vechi. Apare ca granule alungite cu striuri paralele şi colorate neuniform; tendinţă de corodare la margine; alteori ca fragmente cu spărturi în trepte (fig. 1.84). Conţine incluziuni de magnetit, rutil, apatit şi sfen. Unele granule sînt complet substituite de clorit.



Fig. 1.84. Granule de hornblendă

**Sursă**

Provine din anfibolite şi şisturi amfibolice, din hornblendite şi roci intruzive bazice şi intermediare (gabbrouri, diorite, sienite) şi mai puţin granodiorite şi granite; din diverse tipuri de andezite şi dacite; din piroclastite remaniate.

**Diagnostic**

P r o p r. f i z i c e: gr. sp.: 3—3,5; durit.: 6; clivaj: perfect (110) şi (110).

P r o p r. o p t i c e: *N*||: verde, brun sau incolor (prin decolorare) cu pleocroism evident: $\gamma$=verde intens, brun, $\beta$= verde gălbui, brun-gălbui; $\alpha$=verde pal, galben pal; $\gamma$=1,632—1,730; $\beta$=1,618—1,714; $\alpha$=1,613—1,702.

*N*+: Birefringenţa $\delta$=0,0019—0,028; Extincţia c: $\gamma$=12—36° (15—25°); Alungire pozitivă.

*L.C.:* Biax negativ. 2V=60—90°.

T r ă s ă t u r i d i s t i n c t i v e: forma prismatică cu clivaj alungit, culoare verde sau brună şi pleocroism evident, extincţie între 15—25°.

C o n f u z i i p o s i b i l e:

*Actinot:* unghiul de extincţie mai mic.

*Augit:* fără pleocroism sau foarte slab şi extincţia mai mare.

*Egirin:* alungire negativă şi unghi de extincţie mic.

*Turmalină:* uniax şi alungire negativă.

Metode specifice:

*Fluorescență la U.V.:* nu se observă.

*Susceptibilitate magnetică* $19—23 \cdot 10^{-6}$ v.e.m. C.G.S., atras în separatorul Frantz la 0,5—0,8 A.

*R.X.:* distanțe reticulare și intensități caracteristice (A.S.T.M.): 3,38(90); 3,29(70); 3,09(95); 2,70(100); 2,59 Å(70)...

## 1.8.31. ACTINOT

$Ca_2(Mg, Fe)_5Si_8O_{22}(OH, F)_2$
Sistemul monoclinic

### Caractere externe

Habitus: cristale prismatice adesea aciculare sau fibroase cu aspect mătăsos. Varietatea compactă, dură, cu luciu sticlos, se denumește *nefrit* sau *jad*.

Culoare: poate varia de la verde strălucitor la verde cenușiu uneori cu nuanțe albăstrui caracteristice.

Transf.: se alterează frecvent la clorit.

### Ocurență

În aluviuni și roci detritice sub formă de granule alungite mai mult sau mai puțin rulate; adesea angulare cu fețele terminale „franjurate" (fig. 1.85). Granulele conțin de obicei incluziuni de calcit, oxizi de Fe dar pot include, de asemenea, biotit, apatit sfen și rutil.

### Sursă

Provine din șisturi cristaline formate în faciesul șisturilor verzi (șisturi actinolitice, șisturi amfibolice). De asemenea, din unele corneene sau calcare cristaline. Poate reprezenta un produs de alterație secundară al unor silicați fero-magnezieni.

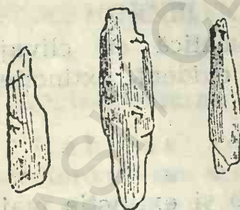


Fig. 1.85. Granule de actinot

### Diagnostic

Propr. fizice: gr. sp.: 3—3,4; durit.: 5—6; clivaj: perfect (110); (100) bun; pe fețele bazale unghiul dintre direcțiile (110) și $(1\bar{1}0)$ este de 124°.

Propr. otice: $N||$ verde cu pleocroism vizibil $\gamma=1{,}640—1{,}705$, verde albăstrui; $\beta=1{,}630—1{,}697$, verde gălbui; $\alpha=1{,}620—1{,}688$, galben verzui.

$N+$ Birefringenta $\delta=0{,}020-0{,}027$; Extincţia c: $\gamma=10-15°$; Alungire pozitivă.

*L.C.:* Biax negativ. $2V=65-86°$.

Trăsături distinctive: caracterul fibros, culorile în tente albăstrui şi unghiul de extincţie mic.

Confuzii posibile:

*Tremolit:* incolor, *c:* $\gamma=15-20°$, relief inferior.

*Antofillit:* rombic, extincţie dreaptă.

*Hornblendă: c:* $\gamma=20-25°$, întotdeauna prismatic.

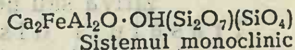
Metode specifice:

*Fluorescenţă la U.V.:* nu se observă.

*Susceptibilitate magnetică:* $15-25\cdot10^{-6}$ u.e.m. C.G.S. Este atras în separatorul Frantz de la 0,3—1 A.

*R.X.:* distanţe reticulare şi intensităţi caracteristice (A.S.T.M.): 8,42(70); 3,37(70); 3,27(60); 3,11(80); 2,71 Å(100) ...

## 1.8.32. EPIDOT


$Ca_2FeAl_2O\cdot OH(Si_2O_7)(SiO_4)$
Sistemul monoclinic

### Caractere externe

Habitus: cristale prismatice alungite după axa „*b*" cu striuri evidente pe feţele de prismă şi terminaţii nete.

Culoare: verde gălbui, verde, verde brun, mineral transparent spre translucid sau opac.

Spărtură: neregulată.

Transf.: teoretic stabil dar se păstrează rar.

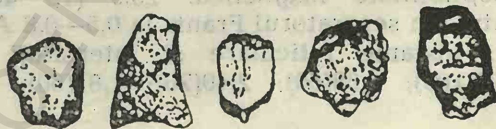


Fig. 1.86. Granule de epidot

### Ocurenţă

Mai frecvent în aluviuni şi depozite actuale, rar în formaţiuni vechi. Se întîlneşte sub formă de granule neregulate angulare. Mai rar ca granule rotunjite (fig. 1.86). Apare asociat de obicei cu feldspaţi bazici, hornblendă, sfen, clorit, granaţi şi uneori albit.

**Sursă**

Provine din şisturi cristaline formate în condiţiile unui metamorfism de grad scăzut (faciesul şisturilor verzi). De asemenea, din amfibolite sau serpentinite, calcare cristaline şi unele skarne. Din zonele de alteraţie hidrotermală a unor roci bazice şi ultrabazice bogate în granaţi, piroxeni, amfiboli pe seama cărora se poate forma.

**Diagnostic**

Propr. fizice: g.sp.: 3,28—3,49; dur.: 6; clivaj: (001) perfect; (101) imperfect.

Propr. optice: *N*||: verde deschis sau gălbui cu un slab pleocroism; $\gamma$=1,734—1,794 incolor, verde pal; $\beta$= 1,725—1,784 galben verzui; $\alpha$=1,715—1,751 verde pal. *N*+: Birefringenta, $\delta$=0,019—0,046 — culori vii în tonuri de roz şi verde dispuse neomogen la suprafaţa granulului. Extincţia c: $\alpha$=0—5°; b: $\beta$=0; Alungire pozitivă sau negativă.

Trăsături distinctive: culoarea verde, pleocroismul slab, relieful ridicat şi culorile de birefringenţă roz-verzui dispuse neuniform la suprafaţa cristalelor.

Confuzii posibile:

*Diopsid:* biax pozitiv, cu un unghi de extincţie mult mai mare (38—42°).

*Zoizit:* incolor, birefringenţă de ord. I.

*Clinozoizit:* incolor, birefringenţă de ord. I; culori albastre.

Metode specifice:

*Fluorescenţă la U.V.:* nu se observă.

*Susceptibilitate magnetică:* 23,9 (15—40)·$10^{-6}$ v.e.m. C.G.S. şi este atras în separatorul Frantz la 0,5—0,8 A.

*R.X.:* distanţe reticulare şi intensităţi caracteristice (A.S.T.M.): 2,90(100); 2,68(60); 2,40(70); 1,87(60); 1,64 Å(65) ...

# PARTEA A DOUA

# 2. Roci sedimentare

Rocile sedimentare iau naştere sub influenţa factorilor exogeni în zonele superficiale ale scoarţei, în bazine marine şi oceanice sau în arii continentale.

Procesele care conduc la formarea lor sînt:

— dezagregarea, fragmentarea şi alterarea rocilor preexistente;

— transportul materialului sub formă de suspensii sau soluţii şi acumularea lui — gravitaţional, chimic şi biochimic — în bazine de sedimentare;

— precipitarea chimică şi biochimică din soluţii naturale în condiţii de temperatură şi presiune specifice pentru suprafaţa scoarţei;

— activitatea organismelor vegetale şi animale capabile să-şi construiască — în timpul vieţii — schelete sau învelişuri protectoare de natură minerală care, după moartea lor, se pot acumula sub formă de sedimente organogene (biogene).

Aceste diverse procese genetice se reflectă direct în compoziţia mineralogică, textura şi structura rocilor formate.

*Textura* — în sensul său cel mai larg — defineşte caracterul rocilor pe baza dimensiunii şi formei granulelor constituente, a gradului de cristalinitate a mineralelor şi a raporturilor existente între aceşti parametrii.

*Structura* caracterizează aranjamentul spaţial al constituenţilor, rezultat prin procese mecanice, chimice, organogene sau diagenetice (postdepoziţionale).

Natura poligenetică şi numeroasele convergenţe care există între rocile sedimentare reprezintă dificultăţi reale în definirea lor. Determinarea acestora implică cunoaşterea şi înţelegerea criterilor naturale distinctive — texturale, structurale, compoziţio-

nale — singurele care, corelate, pot oferi o imagine clară și exactă asupra genezei și naturii rocilor sedimentare.

Pentru înțelegerea largă a sensului texturii, structurii și compoziției și pentru folosirea lor drept criterii fundamentale de clasificare a rocilor sedimentare, în cele ce urmează se face o prezentare sintetică a categoriilor sistematice (granulometrice, morfometrice etc.) definite de ele și a tipurilor petrografice caracterizate.

**Criteriul textural.** Pentru caracterizarea texturii rocilor sedimentare se iau în considerație dimensiunile granulelor sau cristalelor constituente și forma acestora.

Indicarea dimensiunilor absolute se face prin termeni diferiți pentru rocile clastice (detritice) și pentru rocile cristalizate.

În cazul rocilor clastice — roci epiclastice, roci piroclastice, calcare clastice etc. — dimensiunile granulelor sînt definite prin termenii: *psefit* (rudit), *psamit* (arenit), *aleurit* (silt), *pelit* (lutit).

În cazul rocilor cristalizate — micrite, sparite, dolomite, silicolite, fosforite etc. — dimensiunile particulelor cristaline se definesc prin termenii: *cripto-, micro-, mediu-, larg* cristalin.

Dimensiunile relative ale granulelor și cristalelor constituente sînt redate prin gradul de sortare (bun, moderat, slab) pentru rocile clastice și prin termenii *echicristalin* și *inechicristalin* pentru rocile cristalizate.

Caracterizarea formelor granulelor și cristalelor constituente se face prin termeni diferiți pentru rocile clastice și pentru rocile cristalizate, astfel:

Pentru granule se folosesc termenii *angular, subangular, subrotunjit, rotunjit, bine rotunjit* morfologia granulelor reflectînd gradul de prelucrare al materialului (prin transport, eroziune, coroziune, alterație, diageneză). Granulele angulare sînt caracteristice rocilor cu structuri mecanice — brecii, graywacke, arcoze, brecii vulcanice, tufuri cristaloclastice, unele argile, brecii calcaroase, brecii de oase — iar granulele rotunjite (cu grad bun de rulare), sînt caracteristice pentru conglomerate, gresii litice, gresii cuarțoase, tufuri lapilice, calcirudite, calcarenite etc.

Pentru caracterizarea formei cristalelor se folosesc termenii de *idiomorf* (cristale limitate de fețe cristalografice), *hipidiomorf* (cristale parțial limitate de fețe cristalografice) și *xenomorf* (cristale lipsite de conture cristalografice). Particulele cristaline sînt

caracteristice rocilor cu structuri chimice şi de precipitaţie: dolomite, micrite, sparite, silicolite, fosforite etc.

Particulele constituente ale rocilor sedimentare — granulele şi cristalele — se pot asocia în agregate caracteristice de tip: oolite, ooide, pisolite, pelete, nodule, concreţiuni etc. întîlnite frecvent în calcare, dolomite, fosforite, bauxite, silicolite, gresii etc.

**Criteriul structural.** Structura rocilor sedimentare rezultă din aranjarea spaţială a constituenţilor şi reflectă procese de formare a rocilor sedimentare. Principalele tipuri de structuri sînt:

— Structuri m e c a n i c e, realizate prin transport şi acumulare gravitaţională, caracteristice pentru pietrişuri, nisipuri, conglomerate, brecii, gresii, loess, aglomerate, tufuri, argile, calcare clastice.

— Structuri c h i m i c e realizate prin precipitare chimică anorganică, caracteristice pentru argile, micrite, sparite, travertine, calcare alochemice, dolomite, şisturi silicioase, bauxite, fosforite.

— Structuri o r g a n o g e n e realizate prin precipitare organogenă şi acumulări de bioclaste, caracteristice pentru calcare bioacumulate, calcare bioconstruite (coraligene, algale), diatomite, spongolite, radiolarite, fosforite.

— Structuri d i a g e n e t i c e (de cristalizare şi recristalizare) caracteristice pentru sparite, accidente silicioase, bauxite, fosforite sau structuri diagenetice de substituţie: în unele dolomite şi fosforite.

În funcţie de relaţia dintre particule şi liant, rocile pot avea structuri o m o g e n e, adică fără distincţie între liant şi particule (exemple: loess, tuf vitroclastic, argile, micrite, sparite, dolomite, jaspuri etc.) şi structuri e t e r o g e n e în care particulele şi liantul sînt distincte (exemple: conglomerate, gresii, calcare alochemice etc.).

*Natura particulelor* poate fi:

— detritică: granule minerale (cuarţ, feldspaţi, mice, minerale grele etc.), fragmente litice (de roci magmatice, metamorfice şi sedimentare);

— piroclastică: bombe, lapili, cenuşă vulcanică;

— de precipitare chimică (alocheme): intraclaste, oolite, pelete, lumpuri;

— de precipitare biochimică (bioclaste): schelete, cochili, valve, frustule, spiculi, plăci;

— diagenetică: ooide, nodule, concreţiuni.

*Natura liantului* se poate aprecia:

— după modul de formare: ciment (prin precipitare singenetică şi/sau recristalizare, de ex. în gresii cuarţoase) şi matrice (prin sedimentare şi/sau alterare, de ex. în graywacke);

— după compoziţie: ciment calcitic, silicios, fosfatic, sulfatic, feruginos, glauconitic şi matrice argiloasă;

— după cantitate: liant $>$ particule în *para*conglomerate, tillite şi liant $<$ particule în *orto*conglomerate etc.

Relaţiile dintre particule şi ciment sînt complexe şi mai pot fi definite prin tipul structural a liantului: *ciment bazal, de pori, de umplere, de atingere, pelicular.*

**Criteriul compoziţional.** Pe baza compoziţiei mineralogice se stabilesc tipurile petrografice principale iar în cadrul lor diverse varietăţi oligomictice (monominerale) şi polimictice, astfel:

Roci epiclastice oligomictice: conglomerate cuarţoase, gresii cuarţoase, calcirudite, calcarenite etc.;

Roci epiclastice polimictice: brecii şi conglomerate poligene, gresii litice, arcoze, graywacke, gaize etc.;

Roci piroclastice: aglomerate şi tufuri riolitice, dacitice, trahitice, andezitice, bazaltice etc.;

Roci argiloase oligomictice: argile caolinitice, montmorillonitice, illitice etc.;

Roci argiloase polimictice: argile, marne etc.;

Roci carbonatice: calcare şi dolomite, calcare sideritice;

Roci silicioase (silicolite);

Roci aluminoase: bauxite şi laterite;

Roci fosfatice (fosforite).

În cuprinsul determinatorului s-a adoptat o clasificare care are drept criteriu de bază compoziţia mineralogică şi apoi trăsăturile structurale şi texturale ale rocilor. În cadrul grupelor de roci astfel stabilite, descrierea fiecărui tip petrograf cuprinde: sinonimii şi transcrierea termenilor în limbile franceză, engleză şi germană; definiţii; descrierea macroscopică; caractere texturale şi structurale; constituenţi mineralogici (alogeni, autigeni, liant); varietăţi mineralogice şi structurale; transformări diagenetice; ocurenţă; semnificaţii petrogenetice. O atenţie aparte a fost acordată tipurilor petrografice care fac tranziţia între grupe şi criteriilor pe baza cărora acestea se pot defini.

Metodica determinării diferitelor tipuri de roci, îmbracă adesea caractere particulare. De aceea, la finele prezentării fiecărei grupe compoziționale, se indică succesiunea determinărilor necesare pentru definirea, descrierea și clasificarea rocilor respective.

## 2.1. ROCI CLASTICE

Reprezintă depozite constituite din fragmente și granule minerale, rezultate fie din dezagregarea fizică a unor roci preexistente, fie din fragmentarea, prin erupții vulcanice, a unui material de origine endogenă.

După natura materialului primar, rocile clastice reprezintă depozite epiclastice (în care constituenții au o origine terigenă) și depozite piroclastice (în care constituenții au o origine vulcanică — endogenă). Gruparea lor în aceeași familie este justificată de condițiile similare de acumulare a materialului fragmentar, prin sedimentare în domenii subaeriene sau subacvatice. Originea materialului stă la baza grupării acestor roci în două categorii: *epiclastice* (detritice) și *piroclastice*.

## A. ROCI EPICLASTICE (detritice)

Sînt roci constituite din fragmente și granule de natură minerală și petrografică eterogenă, acumulate pe cale mecanică, prezentîndu-se sub formă de depozite mobile (neconsolidate) și depozite consolidate (legate prin intermediul unui liant).

### Caracterele particulelor

*Dimensiunea granulelor* reprezintă un criteriu important de clasificare a rocilor clastice. Pe baza dimensiunii granulelor se stabilesc clase granulometrice în care se grupează totalitatea particulelor al căror diametru — de obicei în mm — este cuprins între anumite limite care reflectă și asocierea lor naturală.

Alegerea *scalei numerice* la care se raportează dimensiunile granulelor și stabilirea, pe baza acesteia, a claselor granulometrice reprezintă o problemă mult discutată în petrografia sedi-

mentară şi nu reflectă, de aceea, un punct de vedere comun. Aplicarea statisticii matematice la prelucrarea şi interpretarea datelor granulometrice a impus, alături de scala aritmetică (în mm), folosirea unei scale în unităţi „phi", definite ca:

$$\psi = -\log_2 D,$$

în care $D$ este diametrul în mm. Corespondentul lui $\psi$ în mm este dat în tabelul 28 în care sînt redate după diverşi autori dimensiunile limită pentru diverse fracţiuni granulometrice şi nomenclatura respectivă.

Analiza granulometrică a rocilor detritice se efectuează prin metode adecvate pentru diversele categorii de dimensiuni ale granulelor ce constituie roca respectivă. Limitele de aplicabilitate a tehnicilor folosite sînt redate în tab. 29. Analiza granulometrică conduce, în final, la obţinerea fracţiunilor sau claselor granulometrice, care grupează totalitatea particulelor cuprinse între anumite limite de dimensiuni; ele sînt folosite ca bază a clasificării. Fracţiile granulometrice care alcătuiesc o rocă (proba analizată) se exprimă în % şi se reprezintă grafic prin histograme, curbe de frecvenţă şi curbe cumulative (fig. 2.1).

Modul de distribuţie a dimensiunilor granulelor dintr-o rocă detritică, rezultat din analiza granulometrică, oferă o imagine asupra condiţiilor de transport şi sedimentare şi reflectă, implicit, *gradul de sortare* (amestec) a materialului. Pentru acele depozite în care dimensiunile particulelor constituente sînt relativ uniforme (intrînd în aceeaşi categorie granulometrică — fin, mediu, grosier) se utilizează termenul de depozit „sortat" sau rocă cu „grad de sortare bun". (Raportul diametrelor în mm este cuprins între 2—1, iar abaterea standard — σ — între 0,50—0,00, după Folk, 1968.)

Depozitele în care participă simultan particule aparţinînd la categorii granulometrice diferite fin+mediu, fin+grosier etc.) se consideră *„nesortate"* sau, vorbind despre roci, „cu grad de sortare" slab (raportul diametrelor în mm este cuprins între 2—16, iar abaterea standard — σ — între 0,50—2,00).

Rocile în care distribuţia dimensiunilor granulelor reflectă un grad bun şi foarte bun de sortare se consideră ca roci *mature*. Prin contrast, rocile în care distribuţia dimensiunilor granulelor reflectă o sortare moderată sau slabă se consideră submature sau *imature*.

Sortarea apare ca un parametru util în aprecierea modului de transport al materialului şi în deosebirea diferitelor tipuri de medii de sedimentare. Creşterea gradului de amestec al materialului se poate datora fie unui transport simultan prin saltaţie şi

*Tabelul 29*

| DIMENSIUNILE PARTICULELOR mm | | UNITĂȚI PHI $\varphi$ |
|---|---|---|
| 256 | | -8 |
| 64 | | -6 |
| 16 | | -4 |
| 4.00 | | -2 |
| 2.00 | | -1 |
| 1.00 | | 0 |
| 0.50 | 1/2 | 1.0 |
| 0.25 | 1/4 | 2.0 |
| 0.125 | 1/8 | 3.0 |
| 0.053 | 1/16 | 4.0 |
| 0.031 | 1/32 | 5.0 |
| 0.0156 | 1/64 | 6.0 |
| 0.0078 | 1/123 | 7.0 |
| 0.0039 | 1/256 | 8.0 |
| 0.0020 | | 9.0 |

| ATTERBERG | CAYEUX | PETTIJOHN | CAROZZI | SCOLARI LILLE |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 5 | 2 | 2 | 2 |
| 0.2 | 0.5 | 1/16 | 0.2 | 0.063 |
| 0.02 | | 1/256 | | 0.020 |

| CATEGORII GRANULOMETRICE | METODE DE STUDIU |
|---|---|
| PSEFIT (RUDIT) | MĂSURĂTORI DIRECTE |
| PSAMIT (ARENIT) | SITARE |
| ALEURIT (SILT) | SEDIMENTARE |
| PELIT (LUTIT) | MICROSCOP BINOCULAR |
| | PIPETARE |
| | MICROSCOP ELECTRONIC |

rostogolire fie descreşterii competenţei mediului care efectuează transportul. Sortarea creşte de la depozitele glaciare spre cele fluviatile, maritime şi eoliene.

*Forma particulelor* care intră în constituţia rocilor detritice apare ca un rezultat al formei iniţiale şi al naturii mineralogice a fragmentelor obţinute prin dezagregare fizică şi reflectă întotdeauna modul şi durata transportului.

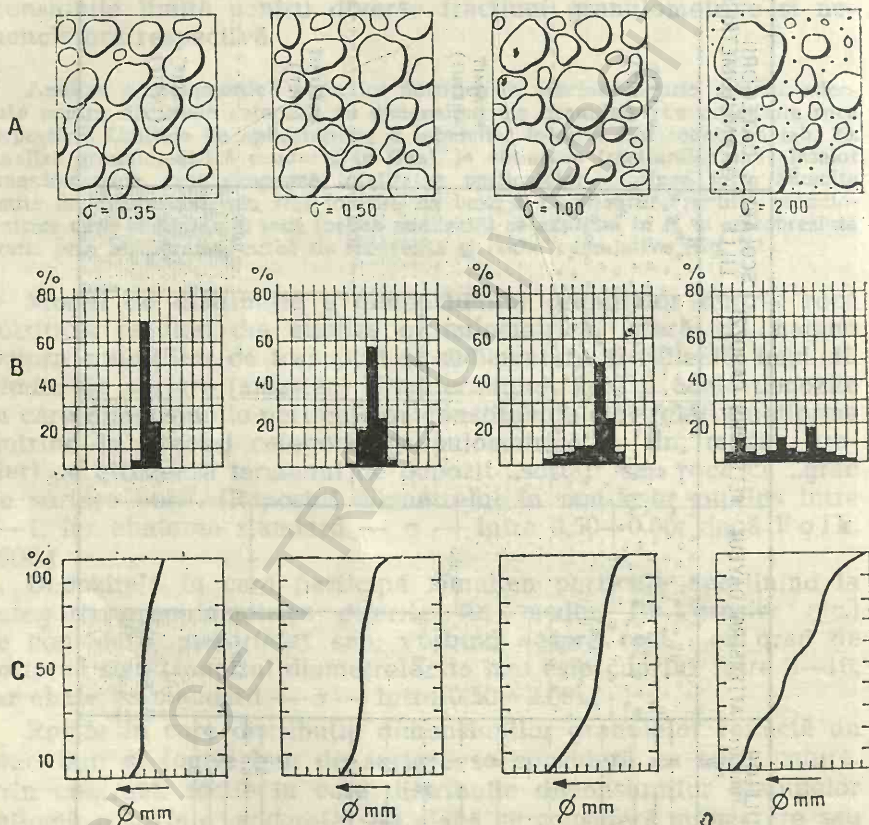



Fig. 2.1. Reprezentarea grafică a compoziţiei granulometrice a rocilor detritice:

*A* — exprimarea vizuală şi numerică a gradului de sortare: Valorile σ (0,35; 0,50 etc.) reprezintă abaterea standard şi corespund, în ordine, unor materiale bine sortate, moderat sortate şi slab sortate; *B* — histograme; *C* — curbe cumulative

Studiul morfometric se realizează pe clase granulometrice și tipuri de roci, luînd în considerare un număr mare de elemente (150—200).

Caracterizarea formei granulelor se face în raport cu cele trei axe de coordonate (fig. 2.2) prin măsurarea directă a dimensiunilor *(L, l, E)* în depozitele mobile sau slab consolidate sau prin măsurarea diametrelor aparente ale granulelor în secțiunile perpendiculare pe planul stratului, în cazul depozitelor consolidate (măsurarea diametrelor aparente se poate face și în secțiuni subțiri executate perpendicular pe stratificație).

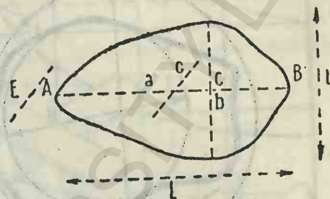



Fig. 2.2. Forma granulelor detritice și parametrii granulometrici corespunzători: $L=a$ — lungimea; $l=b$ — lățimea și $E=c$ — grosimea

În ultimul timp, pentru estimări morfometrice de mare finețe se folosesc seriile Fourier, al căror calcul se bazează pe cunoașterea coordonatelor periferice ale granulelor (E h r l i c h și W e i n b e r g, 1970). De exemplu, determinarea formei unei particule, folosind 40 puncte periferice, se poate calcula în 1,5 s.

Pentru caracterizarea formei granulelor, în mod obișnuit, se folosesc două feluri de indici: — indici ai formei (indicele de sfericitate și indicele de disimetrie); — indici funcționali (indicele de aplatizare și indicele de rotunjire).

Calculul acestor indici se face cu următoarele formule:

indicele de *sfericitate* $=S=\frac{d}{D}$ (fig. 2.3);

indicele de *disimetrie* $=Di=\frac{Ac}{a}$;

indicele de *aplatizare* $=Ap=\frac{a+b}{2c}$;

indicele de *rotunjire* $=Ro=\frac{2ri}{a}$ (fig. 2.4).

Determinarea numerică a formei granulelor servește la estimarea comportării dinamice a galeților în timpul transportului. Sfericitatea determină viteza de sedimentare a particulelor și reflectă calitățile mediului în momentul acumulării; predominanta unor particule cu indicele de sfericitate identic indică o acțiune

uniformă a agentului de eroziune și transport și caracterizează sedimentele mature.

Cu ajutorul indicelui de disimetrie se poate aprecia gradul de prelucrare a fragmentelor. Cele neprelucrate au o disimetrie pro-

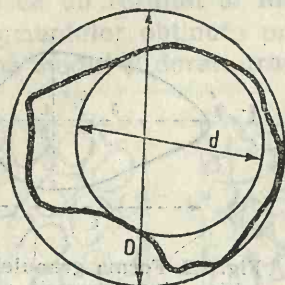



Fig. 2.3. Caracterizarea gradului de sfericitate al unui granul:
*D* — diametrul cercului exterior; *d* — diametrul cercului interior.

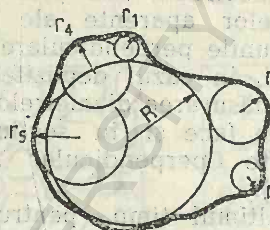



Fig. 2.4. Caracterizarea gradului de rotunjire al unui granul:
*R* — raza celui mai mare cerc înscris; $r_1$, $r_2$, $r_3$, $r_4$, $r_5$ — razele principalelor curburi din granul.

nunțată. Uzura în mediul fluvial reduce puțin disimetria, comparativ cu uzura realizată în mediul marin. Indicele de aplatizare poate da informații asupra transportului și abraziunii particulelor: $Ap=1{,}7$—$3{,}8$ este caracteristic domeniului marin; $Ap=1{,}6$—$3{,}4$ indică domeniul fluviatil; $Ap=1{,}2$—$1{,}6$ indică mediu torențial.

Indicele de rotunjire este direct proporțional cu sfericitatea și este un bun indicator al maturității sedimentului. Diversele sale valori pot da indicații asupra distanțelor de transport și, deci, asupra aprecierii zonei de proveniență.

Forma particulelor se poate determina pe diagrame, în care se ia în considerare raportul dintre axele *a*, *b*, și *c*. Se stabilesc, pe baza acestor raporturi, 4 clase de forme (după Zingg) (fig. 2.5): *planar lamelar*, *izometric* (sferic), *planar prismatic* (discoidal), și *prismatic* (cilindric). Elementele izometrice și prismatice sînt transportate prin tracțiune, iar cele planare în suspensie. Formele menționate pot fi caracteristice diverselor medii de sedimentare. Astfel, uzura glaciară determină fragmente izometrice; transportul fluviatil tinde a prelucra fragmentele spre forme prismatice; prelucrarea galeților în zone litorale conduce la forme aplatizate.

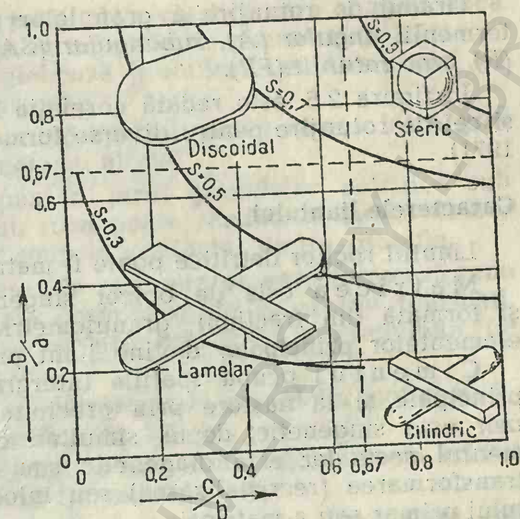



Fig. 2.5. Caracterizarea sfericității și formei particulelor prin diagrama lui Catacosinos (1965); curbele negre suprapuse pe diagrama rectangulară indică valorile sfericității ($S=0,3-0,9$)

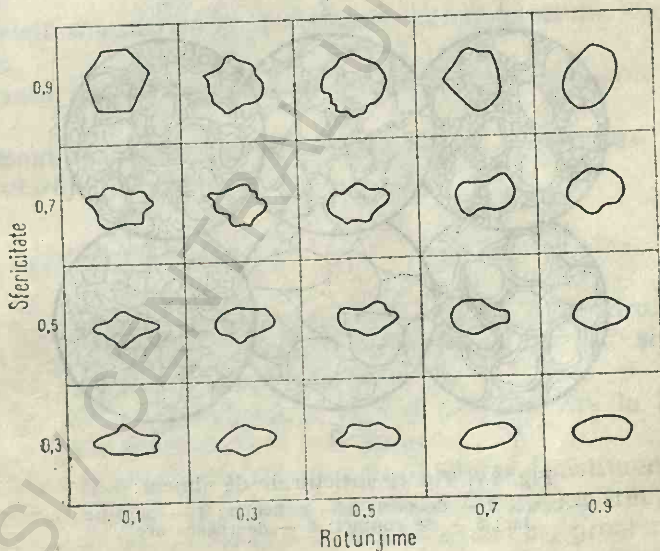



Fig. 2.6. Corelația dintre indicele de sfericitate și indicele de rotunjire pentru diverse forme de granule.

Gradul de rotunjire a granulelor poate fi caracterizat prin termenii: *angular (A), subangular (SA), subrotunjit (SR), rotunjit (R), bine rotunjit (FR).*

În figura 2.6 este redată corelația între indicele de sfericitate și cel de rotunjire pentru diverse forme ale granulelor (C a r v e r, 1971).

**Caracterele liantului**

Liantul rocilor detritice poate fi matrice sau ciment.

M a t r i c e a este de obicei singenetică, de natură detritică și formată din fracțiuni granulometrice întotdeauna inferioare elementelor principale; devine liant prin tasare și compactizare.

C i m e n t u l ocupă spațiile intergranulare ale fazei detritice principale și ia naștere prin precipitare chimică. Cimentul *primar* este singenetic, depus simultan cu fracțiunea alogenă. Cimentul *secundar* este diagenetic sau epigenetic și provine din transformarea (recristalizarea) sau înlocuirea (substituția) cimentului primar sau a matricei.

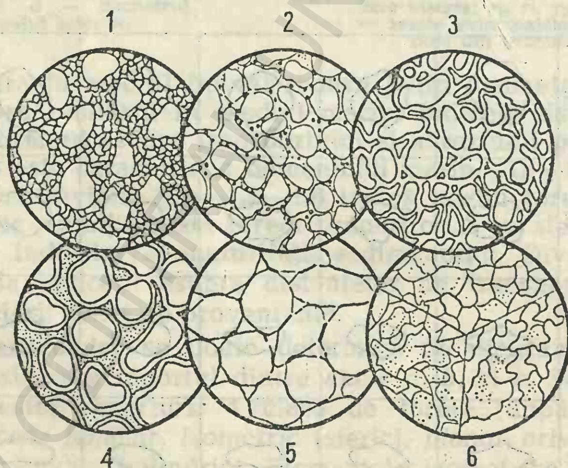



Fig. 2.7. Tipuri structurale de ciment:
*1* — bazal; *2* — de pori; *3* — pelicular; *4* — poro-pelicular; *5* — de contact; *6* — de regenerare

Din punct de vedere mineralogic, cimentul poate fi *silicios* (opal, calcedonie, cuarț), *carbonatic* (calcit, dolomit, ankerit, siderit), *fosfatic, sulfatic* (gips, baritină), *glauconitic, limonitic* etc.

Relaţiile dintre ciment şi particulele clastice care compun roca pot fi exprimate prin tipurile structurale de ciment (fig. 2.7):

1) ciment *bazal*, care înglobează granulele detritice astfel că acestea nu sînt în contact între ele;

2) ciment de *pori*, care ocupă spaţiul (porii) rămas între granulele care vin în contact unele cu altele;

3) ciment *pelicular*, dispus în jurul granulelor detritice sub forma unei pelicule continui, roca poate rămîne cu spaţii libere;

4) ciment *de atingere*, dispus la contactul dintre granule;

5) ciment *de supracreştere* (de regenerare), care formează zone de supracreştere la suprafaţa granulelor de cuarţ sau feldspaţi. Are aceeaşi compoziţie şi orientare optică cu a granulelor pe care se dezvoltă.

Gradul de cristalinitate şi dimensiunile cristalelor definesc tipurile texturale de ciment, astfel (fig. 2.8):

1) ciment *poikiloclastic* (liantul este constituit dintr-un cristal larg dezvoltat, care înglobează fragmente clastice);

2) ciment *granular-cristalizat* (cristalele au dimensiuni de 0,20 mm);

3) ciment *microcristalin* (cristalele au dimensiuni de 0,01—0,20 mm);

4) ciment *amorf*, necristalizat (apare izotrop, în nicoli încrucişaţi);

5) ciment *fibros, cristalizat* (cristalele au dezvoltare prismatică-aciculară).

## a. ROCI PSEFITICE (RUDITE)

*Sînt roci detritice, mobile sau consolidate, în a căror compoziţie intră fragmente de natură petrografică diferită şi granule minerale cu dimensiuni mai mari de 2 mm.*

Clasificarea şi nomenclatura rocilor psefitice are la bază criterii texturale, structurale şi mineralogice.

**Criteriul textural.** Dimensiunea particulelor constituente variază în limite largi şi stă la baza aprecierii diverselor fracţiuni granulometrice, de ex. fin granular, mediu granular, grosier etc. (tabelul 30.

Forma particulelor ce intră în constituţia rocilor psefitice — ca funcţie directă a condiţiilor lor de geneză — constituie un cri-

teriu fundamental de separare în cadrul grupei a două importante categorii de roci:

*1.* Pietrişuri, bolovănişuri şi conglomerate, în a căror constituţie intră particule rotunjite (rulate, subrotunjite şi mai rar subangulare);

2. Blocuri şi brecii, formate din fragmente colţuroase, cu caracter angular (subordonat subangular) (fig. 2.9).

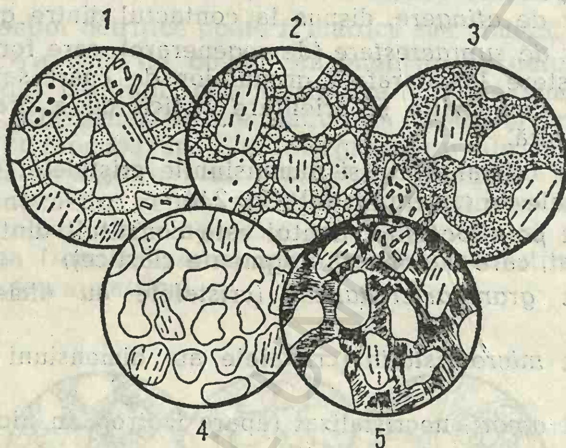



Fig. 2.8. Tipuri texturale de ciment:
*1* — poikiloclastic; *2* — granular-cristalizat; *3* — microcristalin; *4* — amorf; *5* — fibros-cristalin

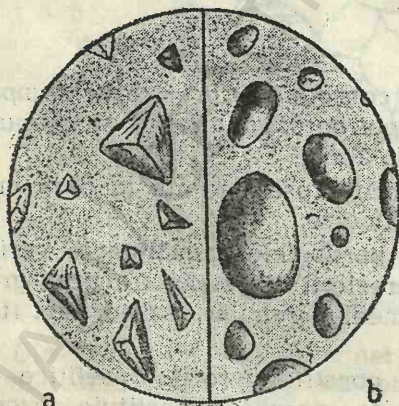



Fig. 2.9. Forma particulelor din brecii (*a*) şi conglemerate (*b*)

**Clasificarea rocilor psefitice (din Pettijohn, 1957, cu completări)**

| Fragmente / Grad de rulare | MOBILE | | | | | | CONSOLIDATE | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Fragmente rotunjite | | | | Fragmente colțuroase | | Fragmente rotunjite | Fragmente colțuroase |
| dimensiuni (mm) | în lit. română | în lit. franceză | în lit. germană | în lit. anglo-saxonă | lit. română | lit. angolo-saxonă | | |
| | Blocuri | Blocs | Block | Boulders | Blocuri | Rubble | Conglomerate | Brecii |
| | | | | 256 | | | | |
| 200 | | | | | | | | |
| | Bolovănișuri | Galets | Sten | Cobbles (Galeți) | | | | |
| | | | | 64 | | | | |
| 50 | | | | | | | | |
| | Pietrișuri | Graviers | | Pebbles (Pietriș) | Grohotișuri | | | |
| | | | 20 | | | | | |
| 20 | | | | | | | | |
| | | 5 | | | | | | |
| 5 | | | Gros | | | | | |
| | | | | 4 | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| | | | | Gravels | | | | |
| 2 | | | | | | | | |

**Criteriul structural.** Folosit în special pentru rocile consolidate, acest criteriu se referă la raportul cantitativ (volumetric) dintre fragmente (particule) şi liant. Astfel:

— cînd într-o rocă psefitică fragmentele predomină asupra liantului (fragmente>liant sau fragmente>50%) se vorbeşte de *orto*-roci, de ex.: *ortoconglomerate* şi *ortobrecii*;

— cînd într-o rocă psefitică liantul domină din punct de vedere cantitativ (liant>fragmente sau liant>50%) se vorbeşte de *para*-roci, de ex.: *paraconglomerate, parabrecii* (fig. 2.10).

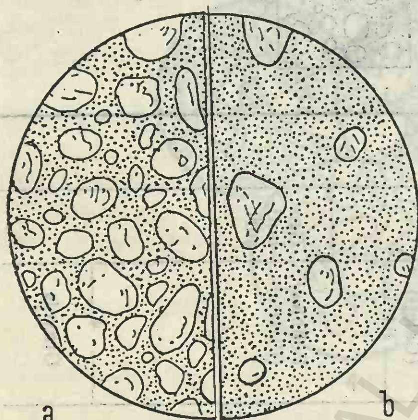



Fig. 2.10 Raportul dintre fragmente şi liant în „orto" (*a*) şi „para" (*b*) — roci

**Criteriul mineralogic.** Participarea într-o rocă psefitică a unor fragmente şi granule minerale de aceeaşi compoziţie mineralogică (cuarţoasă, carbonatică etc.) poate fi indicată prin termenul *oligomictic*.

Prezenţa simultană într-o rocă a unor fragmente şi granule de constituţie mineralogică şi petrografică diferite (cuarţ+carbonaţi, roci eruptive+roci metamorfice etc.) este indicată prin termenul de *polimictic* sau *poligen*.

## 2.1.1. CONGLOMERATE

— conglomerat (Fr.)
— conglomerate (Engl.)
— Konglomerat (Germ.)

*Rocă detritică consolidată, formată din particule rotunjite cu dimensiuni>2 mm (pietrişuri, bolovănişuri, blocuri), legate între ele prin intermediul unei matrice sau al unui ciment.*

**Descriere macroscopică.** Rocă compactă, cu aspect de pietriș consolidat, de obicei masivă, lipsită de stratificație; local, galeții (particulele) pot fi orientați. Culoarea variabilă (cenușie, gălbuie, roșcată etc.) este determinată fie de natura liantului, fie de natura petrografică a elementelor constituente.

**Textură.** Textura este psefitică, cu participarea diferitelor fracțiuni granulometrice. Dimensiunile elementelor, cuprinse între 2—4 mm, caracterizează *microconglomeratele*. Pentru *conglomeratele grosiere*, diametrul galeților este >64 mm. Gradul de rotunjire *(Ro)* și sfericitatea *(Sf)* ale elementelor sînt de obicei, bune. Elementele avînd *Ro*=0,17—0,62 sînt caracteristice domeniului de sedimentare marin; cele cu *Ro*=0,075—0,54 sînt răspîndite în domeniul fluviatil; cele cu *Ro*=0,2—0,3 sînt de proveniență torențială. Elementele subangulare sînt mai rare.

Gradul de alungire și aplatizare variază în funcție de natura petrografică a galeților și de mediul de sedimentare în care au evoluat. Astfel se deosebesc forme sferice și subsferice, caracteristice fragmentelor de roci microcristaline și masive și formate prin eroziune în mediu glaciar: forme aplatizate, discoidale, derivate din roci cu structuri orientate (argile, șisturi cristaline) și sedimentate în mediul marin (în zonele litorale); forme alungite, derivate din roci cristalizate cu minerale prismatice orientate, sedimentate în mediul fluviatil.

Suprafața particulelor este de obicei, netedă; uneori, prezintă excavații, din cauza ciocnirii sau spargerii în timpul transportului sau diagenezei; prezența striurilor paralele (zgîrieturilor) denotă un transport glaciar.

**Structură.** Conglomeratele au, de regulă, o structură mecanică, uneori cu granoclasare; structurile chimice și organogene sînt rare.

**Constituenți mineralogici.** Constituenții a l o g e n i sînt reprezentați prin: fragmente de cele mai diverse compoziții petrografice (magmatice efuzive și intrusive, metamorfice și sedimentare — roci carbonatice, silicolite, argile); granule minerale (cuarț, calcedonie, feldspați, calcit, minerale grele, minerale argiloase); fragmente ale unor părți scheletice de organisme (echinoderme, brachiopode, gasteropode și lamelibranhiate, etc).

Constituenții a u t i g e n i sînt reprezentați prin: cuarț, calcedonie, opal, calcit, limonit, hematit etc. Apar fie sub formă de ciment fie ca produse diagenetice în matrice.

L i a n t u l conglomeratelor este, de obicei, o matrice detritică (aleuropelitică) în constituția căreia intră fragmente microscopice de cuarț, mice, minerale argiloase, feldspați și produse

de alterare a diverselor minerale (caolinit, sericit, clorit). Cimentul poate fi calcitic *(conglomerate cu ciment calcitic)*, silicios *(conglomerate cu ciment silicios)*, limonitic sau hematitic etc. De obicei, el umple porii dintre granulele care vin în contact; mai rar formează un ciment bazal.

**Varietăţi mineralogice.** Funcţie de diversitatea elementelor constituente se deosebesc două categorii de conglomerate:

1. Conglomerate o l i g o m i c t i c e. Roci caracterizate prin compoziţie litologică uniformă. Fragmentele constituente au fie natură silicioasă (cuarţ, cuarţite, silicolite — *conglomerate cuarţoase)*, fie natură carbonatică (calcare, dolomite, fragmente de organisme calcitice — *conglomerate calcaroase*) (vezi şi roci carbonatice). Dimensiunile fragmentelor sînt, de obicei, medii şi caracterizate printr-un grad de rulare avansat. Gradul de sortare este bun. Alţi termeni, folosiţi mai rar, sînt: *pudding* — pentru conglomerate cuarţoase cu elemente bine rulate; *conglomerit* — pentru unele varietăţi silicifiate.

2. Conglomerate p o l i m i c t i c e (poligene). Roci caracterizate printr-o mare varietate litologică: fragmente de roci magmatice intrusive (granite, granodiorite, roci efuzive, diorite, ande-

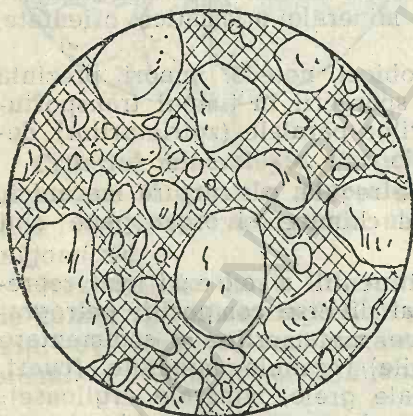


Fig. 2.11. Conglomerat cuarţos cu ciment calcitic

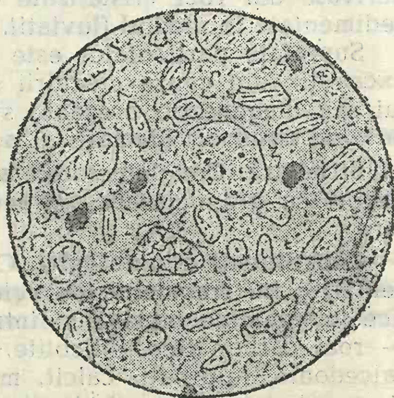


Fig. 2.12. Conglomerat polimictic cu matrice argiloasă

zite), de roci metamorfice (gnaise, micaşisturi, filite) sau de roci sedimentare (argile, roci carbonatice, silicolite). Fragmentele ating, de obicei, dimensiuni mari (grosiere) şi prezintă grade moderate de rotunjire şi sfericitate. Sortarea este redusă.

**Varietăţi genetice.** Pentru indicarea condiţiilor de formare a conglomeratelor se folosesc următorii termeni: *sernifite* — conglomerate slab metamorfozate; *fanglomerate* — conglomerate submontane, rezultate din cimentarea aluviunilor fluviale; *conglomerate intraformaţionale* — roci formate din fragmente netransportate, care se găsesc pe substratul din care au provenit; *conglomerate extraformaţionale*, formate din elemente care au suferit un proces de transport şi depunere.

**Transformări diagenetice.** Afectează, de obicei, matricea argiloasă: montmorillonitul poate trece în illit şi sericit. În varietăţile cu ciment, calcitul poate recristaliza şi difuza pe fisuri în interiorul galeţilor; opalul trece de obicei în calcedonie şi apoi în cuarţ.

**Ocurenţă.** Apar asociate cu depozite fluviatile, lacustre şi marine. Conglomeratele formate în mediul marin apar fie în baza seriilor detritice *(conglomerate de transgresiune)*, fie la partea lor superioară *(conglomerate de regresiune)*. Sînt caracteristice atît formaţiunilor de fliş, în secvenţele grosiere, cît şi celor de molasă (uneori asociate cu evaporite).

**Semnificaţii petrogenetice.** Roci cu multiple semnificaţii privind modul de transport al elementelor constituente şi mediul lor de depunere (vezi textura rocilor clastice). Constitue elemente importante în reconstituiri paleogeografice (pe baza măsurătorilor de orientare a galeţilor) şi paleoclimatice (pe baza parametrilor morfometrici). Conglomeratele oligomictice, prin sortarea lor foarte bună, reflectă efectele unei abraziuni marine şi a reluării materialului în diferite cicluri de sedimentare. Elementele conglomeratelor polimictice reflectă un transport fluviatil şi torenţial din zone continentale cu relief accidentat spre marginea bazinelor continentale.

### 2.1.2. BRECIE

— breche (Fr.)
— breccia (Engl.)
— Bresche (Germ.)

*Rocă detritică consolidată formată din elemente angulare cu dimensiuni>2 mm (blocuri şi grohotişuri), legate prin intermediul unui liant (de obicei matrice).*

**Textura** este psefitică grosieră; dimensiunea şi forma elementelor sugerează acumularea lor gravitaţională, fără transport îndelungat.

**Structura** mecanică, masivă, nu indică niciodată o stratificație; structurile chimice și organogene sînt rare sau lipsesc.

**Constituenți** mineralogici. Alogeni. Natura fragmentelor de brecie poate fi foarte variată și este o funcție a naturii inițiale a ma-

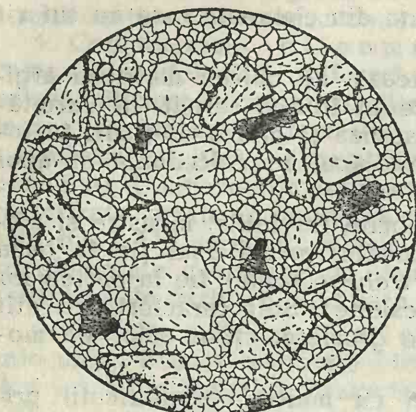


Fig. 2.13. Brecie

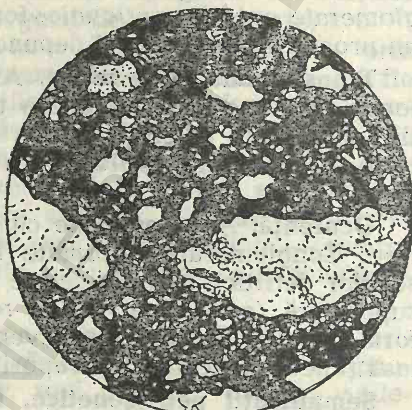


Fig. 2.14. Tillit

terialului dezagregat. Breciile cu dezvoltare locală sînt alcătuite, de obicei, din fragmente de aceeași compoziție petrografică.

Constituenții a u t i g e n i se întîlnesc mai rar (calcit și limonit de natură epigenetică).

L i a n t: matrice aleuro-pelitică (∅<0,01— 1 mm) în proporții variabile, de compoziție silicatică și mai rar carbonatică.

**Ocurență.** În formațiunile sedimentare, breciile reprezintă secvențe episodice. Ele apar ca nivele subțiri în roci detritice cu caracter turbiditic sau sub formă de acumulări lentiliforme în roci carbonatice asociate unor formațiuni recifale.

**Semnificații petrogenetice.** Depozitele reprezintă produse extraformaționale rezultate prin procese de dezagregare fizică și acumularea gravitațională a materialului. Apar frecvent ca depozite intraformaționale generate de acțiuni mecanice (alunecări submarine, desprinderi superficiale ale unor sedimente cu competență diferită). Prezintă, prin convergență asemănări cu breciile tectonice.

### 2.1.3. TILLITE

=„argilă cu blocuri"

— tillite (Fr.)
— tillit (Engl.)

*Amestec haotic de blocuri și material pelitic, lipsit de structură, cu rol de liant.*

**Textură:** variabilă. Fragmentele de dimensiuni psefitice (centimetrice → milimetrice) și subordonat psamitice, într-o matrice aleuropelitică (0,008—0,5 mm). Tillitele sînt cele mai slab sortate dintre rocile detritice. Elementele constituente prezintă muchii și colțuri ușor rotunjite. Pe suprafața fragmentelor apar zgîrieturi (striuri) și forme triunghiulare sau pentagonale paralele cu direcția curgerii.

**Structură:** mecanică tipică. În multe tillite lipsește complet orientarea galeților; în altele se constată o tendință de dispunere a axei lungi a blocurilor paralelă cu direcția de curgere a gheții.

**Constituenți mineralogici.** Sînt de proveniență alogenă. Blocurile sînt de natură petrografică variată — eruptive, metamorfice sau sedimentare — și reprezintă fie compoziția rocilor din substrat fie o altă compoziție (blocuri „exotice"). Se caracterizează prin lipsa fenomenelor de alterație.

L i a n t u l este o matrice aleuropelitică de culoare cenușie închisă, cenușiu verzuie, formată din particule de cuarț, feldspați, clorite, mice, carbonați și minerale argiloase, nealterate chimic.

**Varietăți:** *pellodite* — argile cu varve.

**Ocurență.** Apar asociate cu depozite continentale fluvio-glaciare.

**Semnificații petrogenetice.** Caracterele texturale (lipsa sortării, aspectele morfometrice și morfoscopice ale galeților) reflectă formarea lor în zone de climat rece, în urma acțiunii ghețarilor. Evoluția lor într-un climat rece este confirmată și de lipsa fenomenelor de alterație chimică.

### 2.1.4. TILLOIDE

Argile cu blocuri de altă natură decît cea glaciară. Prezintă tranziții spre sedimentele fine, detritice, flișoide și nu sînt asociate cu depozite de varve. Materialul argilos poate fi stratificat.

## b. ROCI PSAMITICE (ARENITE)

Roci detritice terigene — mobile sau consolidate — alcătuite din particule cu dimensiuni cuprinse între 2 mm și 0,063 mm. Pentru depozitele psamitice libere (mobile), sau necimentate se folosește termenul de *nisip*, iar pentru cele consolidate, formate din particule legate prin intermediul unui liant — termenul de *gresie*.

*Tabelul 31*

**Clasificarea rocilor psamitice**

| Dimensiuni (mm) | Categorii granulometrice | Mobile | Consolidate |
|---|---|---|---|
| 2—1 | f. grosier | NISIPURI | GRESII |
| 1—0,5 | grosier | | |
| 0,5—0,25 | mediu | | |
| 0,25—0,125 | fin | | |
| 0,125—0,063 | f. fin | | |

Sistematica și nomenclatura rocilor psamitice, avînd la bază gradul de consolidare și categoriile granulometrice este prezentată în tabelul 31.

### 2.1.5. NISIPURI

=gruss

— sable (Fr.)
— sand (Engl.)
— Sand (Germ.)

*Termen cu semnificație granulometrică, propriu depozitelor psamitice mobile, folosit pentru granule al căror diametru este cuprins între 2 și 0,063 mm; este utilizat independent de natura mineralogică și petrografică.*

**Textură.** Din punctul de vedere al granulației, nisipurile apar, de regulă, ca un amestec între fracțiunea psamitică (predominantă) și fracțiunile aleuritică și pelitică. Gradul de amestec între cele trei fracțiuni se exprimă grafic în diagrame triunghiulare și determină nomenclatura lor (fig. 2.15).

**Constituţia mineralogică.** Poate varia foarte mult, de la compoziţii monominerale sau oligomictice, la compoziţii complexe sau polimictice. *Nisipuri oligomictice mai frecvente* sînt cele cuarţoase, calcitice, glauconitice (în care de obicei glauconitul nu formează fracţiunea predominantă), organogene (formate prin acumulări de detritus „scheletic" de natură biotică) şi fosfatice. *Nisipurile polimictice* conţin întotdeauna cuarţ, alături de care, în diferite proporţii, se găsesc feldspaţi, mice (muscovit+biotit), clorit, minerale argiloase (de obicei ca agregate), minerale grele (zircon, rutil, turmalină, sfen, casiterit, ilmenit, magnetit, aur, etc.). Formaţiunile grosiere (∅>1 mm) ale acestor nisipuri pot fi reprezentate şi prin fragmente de roci microcristaline şi criptocristaline (aplite, andezite, cuarţite, filite, silicolite, micrite, siltite). Pe baza participării procentuale a constituenţilor mineralogici în nisipuri, Scolari şi Lille (1973) propun următoarea nomenclatură:

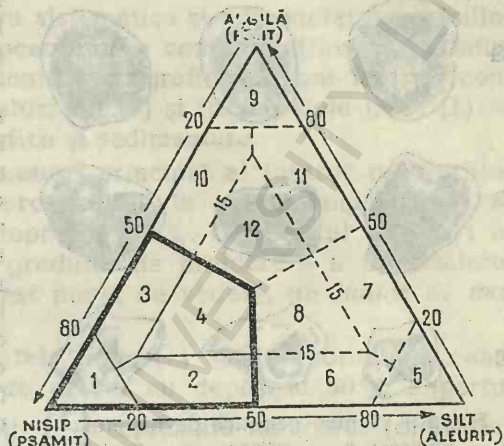



Fig. 2.15. Diagramă ternară pentru caracterizarea tipurilor granulometrice de nisipuri (după Shepard, din Pettijohn, Potter, Siever, 1973):

*1* — nisip; *2* — nisip aleuritic (prăfos); *3* — nisip argilos; *4* — nisip argilo-prăfos; *5* — aleurit (praf); *6* — aleurit nisipos; *7* — aleurit argilos; *8* — aleurit argilo-nisipos; *9* — argilă; *10* — argilă nisipoasă; *11* — argilă prăfoasă; *12* — argilă aleurit-nisipoasă

| | | |
|---|---|---|
| Nisip cuarţos | $Q>90$ | |
| Nisip cuarţo-feldspatic | $Q>75$; | $10>F+L<25$; $F>L$ |
| Nisip cuarţo-litic | $Q>75$; | $10<F+L<25$; $F<L$ |
| Nisip feldspatic | $L+F>25$; | $\frac{F}{F+L}>90$ |
| Nisip litic | $L+F>25$; | $\frac{L}{F+L}>90$ |
| Nisip feldspato-litic | $L+F>25$; | $\frac{F}{F+L}<90$ |
| Nisip lito-feldspatic | $L+F>25$; | $\frac{L}{F+L}<90$ |

**Varietăţi genetice.** Nisipurile, cel mai adesea, reflectă, alături de alcătuirea petrografică a zonei din care provin, şi condiţiile în care s-a desfăşurat transportul şi acumularea lor. Ele reprezintă, din acest punct de vedere, un indicator de mediu pentru reconstruirile paleogeografice şi paleoclimatice (fig. 2.16).

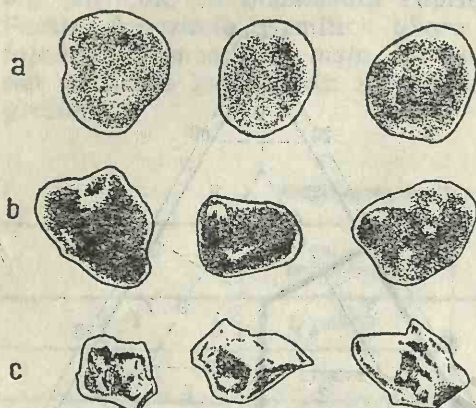



Fig. 2.16. Tipuri genetice de nisipuri: *a* — glaciare; *b* — eoliene; *c* — fluviale şi marine

1. Nisipurile *marine* sînt acumulări de granule cu sortare bună ($\sigma$=0,35—0,50) şi grad de rulare variabil; coeficientul de rotunjire este mai ridicat la nisipurile litorale decît la cele din zonele adînci. Odată cu creşterea adîncimii scade gradul de sortare, datorită creşterii proporţiei de argilă. Granulele prezintă efecte de dizolvare la suprafaţă. Compoziţie oligomictică şi polimictică; frecvent cu fragmente de organisme. Se întîlnesc pe platforma continentală şi în zona litorală, sub formă de plaje, cordoane, bare etc.

2. Nisipurile *fluviale* sînt acumulări de granule cu sortare slabă ($\sigma$=0,50—2,00) şi grad de rulare scăzut (curbele granulometrice sînt bimodale). Compoziţia lor este polimictică, iar conţinutul de argilă relativ ridicat. Formează depozite aluviale în albia minoră, majoră şi în vechile terase fluviatile.

3. Nisipurile *eoliene* sînt acumulări de granule cu diametrul mediu 0,15—0,25 mm şi cu sortare foarte bună ($\sigma$=0,35). Gradul de rulare a particulelor este variabil, deoarece alături de particule rotunjite se întîlnesc şi granule sparte, cu suprafaţă mată sau prezentînd excavaţii. Compoziţia lor este polimictică şi oligomictică; conţin frecvent fracţiuni aleuritice. Se întîlnesc în zonele deşertice şi mai rar în zone de cîmpie.

## 2.1.6. GRESII

=arenite

— grès (Fr.)
— sandstone (Engl.)
— Sandstein (Germ.)

*Roci detritice terigene, consolidate, formate din granule minerale cu dimensiuni cuprinse între 2 şi 0,063 mm şi legate între ele prin intermediul unui liant.*

Textura este psamitică. În funcție de dimensiunile granulelor care intră în constituția gresiilor se folosește următoarea nomenclatură: gresie foarte grosieră, grosieră, medie, fină și foarte fină (v. pag. 228).

Principalul criteriu pentru sistematica și nomenclatura gresiilor are la bază participarea procentuală a constituenților petrografici și natura liantului. Constituenții petrografici alogeni luați în considerație sînt cuarțul (*Q*), feldspații (*F*) și fragmentele litice (*L*) — de roci magmatice, metamorfice și sedimentare.

Cuarțul (*Q*) este constituentul principal al tuturor categoriilor de gresii. Participarea sa procentuală în aceste roci variază în limite largi și, de obicei, depășește 50%. Conținutul de cuarț al gresiilor este o măsură a gradului de prelucrare a materialului primar și constituie, din acest punct de vedere, un *indice de maturitate* al rocilor respective.

Feldspații (*F*) și fragmentele litice (*L*) apar subordonate cuarțului și în proporții care de obicei nu depășesc 50%. Raportul dintre acești doi constituenți $\left(\frac{F}{L}\right)$ reprezintă un *indice* (indicator) *de proveniență,* furnizînd informații asupra naturii mineralogice și petrografice a rocilor din ariile sursă.

Liantul, prin natura sa mineralogică și structurală, determină două categorii importante de roci: psamitele cu matrice și psamitele cu ciment; în același timp el constituie un *indice de fluiditate* al mediului în care a avut loc sedimentarea și consolidarea (matricea reflectă o fluiditate scăzută, iar cimentul o fluiditate pronunțată).

După aceste criterii Pettijohn, Potter, Siever (1973) au alcătuit următoarea schemă de clasificare a psamitelor (vezi și fig. 2.17):

Psamite cu ciment — Gresii

| | | | |
|---|---|---|---|
| — Gresii cuarțoase | $Q>95\%$ | | |
| — Gresii litice | $L\geqslant25\%$, | $F<25\%$, | $Q<75\%$ |
| — Gresii arcoziene | $F\geqslant25\%$, | $L<25\%$, | $Q<75\%$ |

Psamite cu matrice — Graywacke

| | |
|---|---|
| — Graywacke litic | $L>F$ |
| — Graywacke feldspatic | $F>L$ |

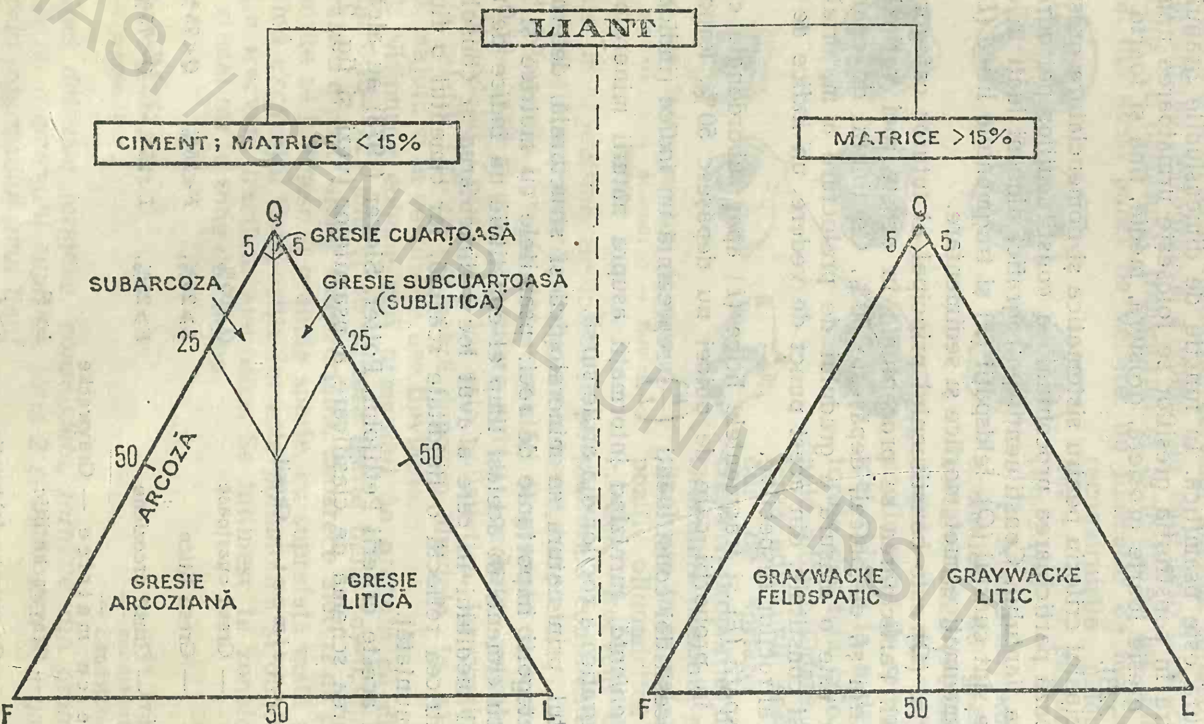



Fig. 2.17. Diagrame de clasificare a rocilor psamitice (după Pettijohn, Potter, Siever, 1973 cu modificări)

### 2.1.6.1. GRESII CUARŢOASE

=gresii silicioase (impropriu) — grès quarzeux (Fr.)
=cuarţite sedimentare (secundare) — quartzitic sandstone (Engl.)
=ortocuarţite — Qartz sandstein (Germ.)
=arenite cuarţoase sau cuarţarenite

*Sînt roci psamitice cu conţinut ridicat (>95%) de cuarţ alogen.*

**Descriere macroscopică.** Roci compacte, dure, de culori deschise, albe, gălbui-albicioase sau roz (datorită unor filme de hematit pe suprafaţa granulelor). Formează depozite extinse dar de grosime mică. Stratificaţia este aparentă, uneori cu caracter torenţial (încrucişat).

**Textură** psamitică, de obicei fină (∅=0,2—0,3 mm) rar grosieră. Gradul de sortare ridicat ($\sigma$=0,35—0,80). Forma granulele — rotunjite şi subrotunjite (*Ro*=0,7—0,9).

**Structură mecanică,** compactă, mai rar structuri chimice şi organice.

**Constituenţi mineralogici.** Constituenţi alogeni: cuarţ (>90—95%), feldspaţi, mice, minerale grele, rar fragmente litice şi bioclaste (fig. 2.18).

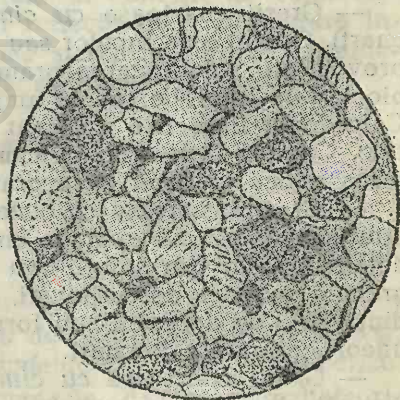


Fig. 2.18. Gresie cuarţoasă cu glauconit

Cuarţul (>90—95%) apare sub formă de granule microcristaline, monocristaline şi policristaline, bine rulate şi sortate. Granulele policristaline (microagregate cuarţitice) sînt subordonate, din cauza stabilităţii lor reduse în timpul transportului şi sedimentării. Granulele de cuarţ îmbracă uneori forme cristalografice datorită dezvoltării secundare a silicei în continuitate optică cu orientarea granulului central.

Feldspaţii sînt foarte rari; de obicei, au caracter potasic şi apar ca granule rotunjite, uneori cu coroane de feldspaţi limpezi.

Micele apar sporadic şi sînt reprezentate prin muscovit.

Minerale grele: turmalină, zircon, ilmenit, leucoxen, granați.
Fragmentele litice provin din roci metamorfice (cuarțite, uneori gnaise), din roci magmatice (aplite, granite, pegmatite) sau din roci sedimentare (silicolite și accidente silicioase), fragmente de spiculi de spongieri.

Constituenți a u t i g e n i: glauconit, pirită, oxizi de fier și, de asemenea, calcit, siderit, dolomit, anhidrit, baritină. Glauconitul este întîlnit sub formă de granule lobate, globulare (sferice sau ovoidale), ca pigment în liant sau cruste la suprafața granulelor alogene. Din cauza fenomenelor de deshidratare, glauconitul granular prezintă crăpături; este considerat ca produs de precipitare a unor mase coloidale. Agregatele neregulate rezultă adesea prin hidratarea lamelelor de biotit, care, astfel, își măresc volumul și își pierd forma inițială.

L i a n t u l. În gresiile cuarțoase este un ciment de natură silicioasă, calcitică, sulfatică, oxidică și fosfatică. Funcție de natura mineralogică a cimentului se deosebesc diverse varietăți de gresii:

— Gresii cuarțoase *cu ciment silicios* (opal, calcedonie sau cuarț). Opalul este incolor sau cenușiu gălbui, cu impurități; poate proveni din solubilizarea granulelor de cuarț; tinde să substituie bioclastele calcitice sau să umple golurile din unele resturi fosile. Calcedonia formează un liant cu texturi fibro-radiare și sferulitice. Cuarțul formează un ciment de supracreștere, avînd orientarea optică comună cu a granulelor pe care se dezvoltă.

— Gresii cuarțoase *cu ciment carbonatic* (calcit, dolomit). Calcitul sau dolomitul apar ca ciment de pori și ciment bazal, fiind depuse primar din soluții sau provenind din recristalizarea unor granule detritice de carbonați, aflate în sedimentul inițial. Au tendința de a se dezvolta sub formă de cristale largi și de a coroda, uneori, granulele de cuarț.

— Gresii cuarțoase *cu ciment sulfatic* (anhidrit, baritină, celestină). Anhidritul apare sub formă de granule cristalizate, asociate cu dolomit, iar baritina se pare că substituie un ciment calcitic primar.

— Gresii cuarțoase *cu ciment oxidic* (limonit, hematit). Oxizii și hidroxizii de fier pot forma un ciment primar cu caracter bazal, sau unul secundar cu caracter pelicular.

— Gresii cuarțoase cu *ciment fosfatic*. Colofanul apare ca un produs secundar substituind adesea cimentul calcitic.

**Varietăți mineralogice.** *Itacolumit.* Rocă formată din granule neregulate de cuarț lipsite de liant. Legătura dintre particule se realizează prin întrepătrunderea marginilor lor; limitele dintre

granule — foarte neuniforme (zdrenţuite) — sînt uneori marcate de pelicule argiloase.

*Gresii dinasice.* Denumire utilizată pentru gresiile cuarţoase cu ciment de opal şi calcedonie din regiunea Donbasului (U.R.S.S.); sînt caracterizate şi prin dezvoltarea unor concreţiuni mari de calcedonie (Ruhin în V. C. Papiu, 1960).

*Ganister.* Rocă silicioasă, compactă, dură, cu textură fină, în care granulele angulare de cuarţ sînt legate prin silice secundară.

**Transformări diagenetice.** Tendinţe de recristalizare a cimentului de opal. Uneori se produc remobilizări ale silicei prin solubilizarea parţială a granulelor de cuarţ. Granulele de cuarţ pot fi corodate de către ciment (în special calcit).

**Ocurenţă.** Formează intercalaţii în seriile detritice sau se asociază direct cu calcare şi dolomite în formaţiunile sedimentare de platformă.

**Semnificaţii petrogenetice.** Gresiile cuarţoase caracterizează depozitele de platformă care au evoluat în condiţii de calm tectonic. Gradul de maturitate avansat reflectă fie o prelucrare îndelungată în condiţiile unei platforme stabile, fie reluarea materialului alogen în mai multe cicluri de sedimentare.

### 2.1.6.2. GRESII LITICE

=arenit litic (Gilbert, 1954)
=subgraywacke (Pettijohn, 1957)

— grès lithique (Fr.)
— lithic sandstone (Engl.)
— Lithic sandstein (Germ.)

*Roci psamitice în care cantitatea de cuarţ nu depăşeşte 75%, iar fragmentele litice sînt mai abundente decît cele feldspatice.*

**Descriere macroscopică.** Roci compacte, dar cu porozitate ridicată, de culoare cenuşie deschisă (aspect de „sare şi piper"). Se caracterizează prin prezenţa unor intercalaţii argiloase. Formează depozite stratificate (cu stratificaţie încrucişată şi urme de ripple-marks).

**Textură** psamitică: conţin diverse fracţii granulometrice. Grad de sortare mediu ($\sigma$=0,50—1). Granulele prezintă diverse grade de rotunjire şi sfericitate ($Ro$=0,3—0,9; $Sf$=0,5—0,7).

**Structură** mecanică, caracterizată prin stratificaţii gradate şi ritmice; structuri chimice, concreţionare şi structuri organice, acumulări de organisme.

**Constituenţi mineralogici.** Constituenţi a l o g e n i: cuarţ ($Q<75\%$), fragmente litice ($L>25\%$), feldspaţi ($F<25\%$), mice (1—5%), minerale grele, bioclaste (fig. 2.19).

Granulele de cuarţ sînt fie subangulare, cu extincţie ondulatorie, provenind din şisturi cristaline, fie rotunjite, indicînd o provenienţă din gresii preexistente. Fragmentele litice sînt foarte variate şi provin din şisturi cristaline cu grad scăzut de metamorfism (filite, şisturi sericitoase, şisturi cloritoase, cuarţite, şisturi grafitoase şi combinaţii ale lor), din micaşisturi şi paragnaise; fragmentele de roci eruptive derivă, de regulă, din vulcanite afanitice (andezite, bazalte) şi, mai rar, din plutonite. Rocile sedimentare sînt reprezentate prin fragmente de argilite, siltite, micrite, dolomite, silicolite şi accidente silicioase.

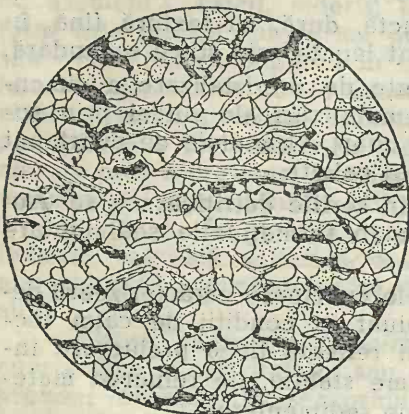


Fig. 2.19. Gresie litică

Micele, biotitul şi în special muscovitul, cînd apar sub formă de lamele izolate, sînt dispuse paralel cu stratificaţia rocilor. Îndoirile sau deformările lor se pot datora şi fenomenului de compactizare.

Feldspaţii apar în proporţii reduse şi sînt reprezentaţi prin plagioclaz sodic (oligoclaz, albit), cu grad mai bun de rulare decît cei din arcoze.

Constituenţi a u t i g e n i: pirită, clorit pe biotit şi sericit la periferia granulelor de cuarţ alogen.

L i a n t u l se caracterizează printr-o mare diversitate mineralogică şi chimică. Cimentul carbonatic are frecvent un caracter secundar şi apare în porii rocilor sub formă de calcit xenomorf, dar larg cristalizat (probabil reprecipitat din fragmente de organisme); dolomitul este ocazional; sideritul, cînd apare, este idiomorf, cu conture rombice şi de dimensiuni mici. Prin descompunerea fragmentelor litice, singenetic sau diagenetic, poate lua naştere un liant fin, detritic, compus din biotit, sericit, clorit, illit şi montmorillonit. Cimentul silicios (opal sau calcedonie) este mai puţin frecvent. Cimentul oxidic, feruginos, se întîlneşte adesea cu caracter pelicular.

**Varietăţi mineralogice:** *gresie subcuarţoasă* (sublitică) — termen folosit pentru gresiile litice cu conţinut de cuarţ cuprins între 75—90%; *macingo* — gresie argilo-calcaroasă, uneori micacee (V. C. Papiu, 1960); *alios* — gresie cu conţinut de materie organică şi ciment feruginos; *grit* — termen utilizat în Anglia, pentru gresii grosiere cu granule angulare şi subangulare, bine litificate şi cu ciment silicios sau calcitic.

**Transformări diagenetice.** Biotitul suferă cele mai frecvente modificări postdepoziţionale, trecînd în clorit, oxizi de fier şi minerale argiloase de culoare brună, aproape izotrope. Calcitul apare remobilizat pe fisuri. Fragmentele de organisme cu „test" calcitic pot recristaliza.

**Ocurenţă.** Frecvente în formaţiunile de fliş şi moloasă. Formează depozite cu grosime mai mare, de obicei în alternanţe cu serii argiloase şi marnoase. Alteori însoţesc depozitele de tip deltaic şi litoral; se pot asocia cu depozite de cărbuni.

**Semnificaţii petrogenetice.** Se consideră că reprezintă depozite de curenţi subacvatici, uneori cu caracter turbionar, sub nivelul valurilor. În depozitele de molasă apar la finele unor cicluri orogenice.

### 2.1.6.3. ARCOZE

| | |
|---|---|
| =gresie feldspatică | — grès feldspathique (Fr.) |
| =gresie arcoziană | — feldarenite (Engl.) |
| =feldarenit | — Arkose (Germ.) |
| =arenit feldspatic | |

*Roci psamitice în care feldspaţii (potasici) alogeni participă în proporţii de cel puţin 10—25%.*

**Descriere macroscopică.** Roci consolidate cu porozitate ridicată şi, uneori, cimentate incomplet. Au culori deschise, alb, galben sau roz şi roşu, din cauza prezenţei unui pigment feruginos inclus în feldspaţi. Prezintă stratificaţii încrucişate evidente.

**Textură** psamitică, cu granulaţia variabilă de la grosier la mediu. Sortarea este slabă ($\sigma=1,0—2,0$). Granulele constituente sînt neregulate, variind ca formă de la angular la subangular (grad de rotunjire $Ro=0,1—0,5$ şi grad de sfericitate $Sf=0,3—0,7$).

**Structură** mecanică tipică, cu stratificaţie paralelă (uneori granoclasare) şi stratificaţie încrucişată; structurile organogene sînt determinate de frecvenţa fragmentelor de organisme; structurile chimice sînt ocazionale.

**Constituenţi mineralogici.** Constituenţii a l o g e n i sînt reprezentaţi prin: cuarţ ($Q<75\%$), feldspaţi ($F>25\%$), fragmente litice ($L<25\%$), mice (5—15%), minerale grele (fig. 2.20).

Cuarţul apare ca granule mono- sau policristaline, cu grade diferite de rulare, angular, subrotunjit; particulele din fracţiunea grosieră sînt mai rotunjite. Feldspaţii sînt reprezentaţi, în special, prin microclin, ortoclaz, concreşteri pertitice şi, subordonat, plagioclazi, sub formă de granule subangulare şi subrotunjite, cu grade de rotunjire mai bune decît cuarţul (formele angulare reprezintă cristale clivate). Feldspaţii potasici sînt mai proaspeţi decît cei plagioclazi. Dintre mice, mai frecvent este muscovitul şi apoi biotitul (de obicei, cloritizat). Fragmentele litice provin în special din granite, granodiorite, pegmatite, gnaise, siltite şi microgresii.

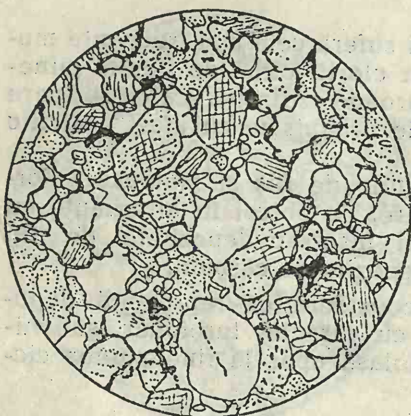


Fig. 2.20. Arcoză

Constituenţii a u t i g e n i sînt reprezentaţi prin: silice, calcit, feldspaţi, hematit şi limonit, clorit, epidot. Apar în diverse forme: ciment, cristale idiomorfe, în cavităţi deschise sau diseminate în liant, pseudomorfoze pe granule alogene. Feldspaţii autigeni pot creşte epitaxial pe granule detritice şi preiau orientarea optică a acestora. Feţele terminale au conture cristalografice proprii feldspaţilor. Adesea, pe granule de microclin triclinic se dezvoltă un ortoclaz monoclinic.

L i a n t u l este un ciment de natură primară sau secundară şi este reprezentat prin calcit şi silice. Calcitul formează cristale largi, de multe ori înglobînd granule detritice (ciment bazal); alteori apare în pori (ciment de pori). Relaţiile cu constituenţi alogeni reflectă precipitarea sa după depunerea şi îngroparea sedimentelor arcoziene. Calcitul secundar rezultă prin recristalizare, avînd o singură orientare optică (extincţie netă). Silicea formează zone de supracreştere pe granule de cuarţ, dublînd suprafaţa dar menţinînd forma iniţială a acestora. Alteori, formează aureole neregulate. Carozzi (1960) descrie ca liant al unor arcoze

o matrice primară, reprezentînd un produs de alterare a mîlului feldspatic depus simultan cu granulele grosiere. În compoziția sa mineralogică intră caolinit, sericit, illit, gibbsit și relicte de cuarț și feldspați.

**Varietăți mineralogice:** *subarcoză* — varietate de gresie feldspatică, cu un conținut de 10—25% feldspați (întotdeauna superior fragmentelor litice); *arcoze plagioclazice* — roci în care feldspații (>25%) sînt reprezentați predominant prin plagioclazi (sînt proprii terenurilor vulcanice); *arenite arcozice* — denumire folosită pentru unele arcoze cu ciment calcitic; *Wackes arcozic* — indică o arcoză cu conținut de argilă; *sparagmite,* — arcoze caledoniene (la limita Precambrian-Cambrian) din Norvegia.

**Varietăți genetice:** *arcoză reziduală* — varietate cu matrice argiloasă, formată, prin alterarea feldspaților, care, de obicei, repauzează peste roci granitice; *arcoze bazale* — termen stratigrafic care indică gresiile feldspatice ce repauzează pe granite sau conglomerate granitice; sînt formate din granule angulare; *arcoze stratiforme* — termen stratigrafic care indică gresiile feldspatice intercalate în conglomerate sau alte roci detritice, fiind formate din granule rulate.

**Transformări diagenetice.** În arcoze există diferite grade de alterare a feldspaților — sericitizări și caolinizări de diferite intensități. (Atenție la posibilitățile de transformare predepozițională.) Calcitizările feldspaților și depunerea calcitului pe fisuri apar ca remobilizări diagenetice ale carbonaților.

**Ocurență.** Apar de obicei sub formă de intercalații în depozitele detritice cu caracter de molasă. Se asociază cu conglomerate polimictice, bogate în feldspați, sau apar alături de argile. Se întîlnesc mai frecvent în depozitele paleozoice.

**Semnificații petrogenetice.** Feldspații potasici reprezintă, în arcoze, minerale petrogenetice și reflectă, pentru ariile sursă, menținerea unui echilibru între gradul de descompunere fizică și viteza de eroziune și transport a materialului. Prezența lor este corelată și cu evoluția sedimentelor arcoziene într-un climat arid, care nu a facilitat alterația chimică a feldspaților. Prezența arcozelor în asociații de molasă poate indica, de asemenea, formarea lor la finele evoluției unei fose geosinclinale, într-un stadiu postgeosinclinal cu tectonică activă, caracterizat prin mișcări de ridicare.

## 2.1.6.4. GRAYWACKE

=Grauwacke, sub această denumire folosit de Lasius (1789) pentru a defini gresia Kulm, paleozoică din M-ții Hartz; Jamieson (1808) descrise aceste roci ca „gresii compuse din granule de nisip de dimensiuni variate legate între ele printr-o argilă care dă rocii culoare cenușie și compactitate".

— grauwacke (Fr.)
— graywacke (Engl.)
— Grauwacke (Germ.)

*Roci psamitice formate din cantități variabile de granule minerale și fragmente de roci, de obicei grosiere și angulare, legate printr-o matrice argiloasă.*

**Descriere macroscopică.** Roci compacte, de obicei dure, de culoare închisă, cenușie sau verde, caracterizate prin prezența unui material inechigranular (slab sortat) și angular, lipsit de orientare preferențială. Formează bancuri masive, cu treceri bruște la argile.

**Textură** psamitică, cu compoziție granulometrică variabilă (de la fin la grosier) și sortare slabă și foarte slabă ($\sigma=2{,}00$). Gradul de rulare a granulelor este scăzut. Granulele sînt angulare și subangulare ($Ro=0{,}1-0{,}5$; $Sf=0{,}3-0{,}7$).

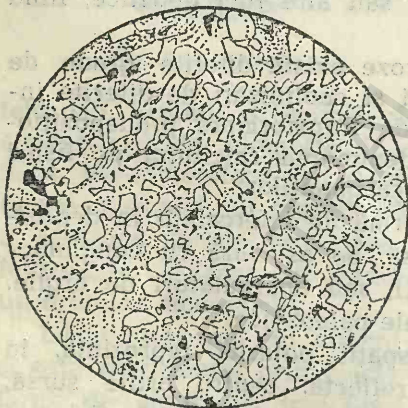


Fig. 2.21. Graywacke

**Structură** mecanică cu aspecte variate; dispunerea întîmplătoare a constituenților și în special a micelor; stratificație gradată în cadrul materialului grosier și stratificații convolute în laminele pelitice. Structuri chimice și organice se întîlnesc local.

**Constituenți** mineralogici. Constituenții a l o g e n i sînt reprezentați prin: cuarț ($Q=15-50\%$); fragmente litice ($L=35-40\%$), feldspați ($F=15-25\%$), mice, minerale grele (fig. 2.21). Cuarțul apare în granule variate ca dimensiuni și formă (angular, subangular), frecvent cu extincție ondulatorie. Cel provenit din șisturi cristaline conține incluziuni de clorit vermicular. La contactul cu matricea argiloasă poate prezenta urme de reacție (recristalizări de clorit și sericit dispus perpendicular pe suprafața granulelor).

Feldspații plagioclazi, bogați în Na (albit și oligoclaz), sînt mai frecvenți decît cei potasici (ortoclaz sau microclin). Apar ca granule angulare și subangulare. Pot conține incluziuni de sericit și epidot (produs de decalcifiere a unor plagioclazi bazici).

Micele, relativ frecvente, sînt reprezentate prin lamele de biotit verde brun și prin muscovit.

Fragmentele litice, foarte variate, provin din șisturi cristaline cu grad de metamorfism scăzut și mediu (filite cloritoase, sericitoase, micașisturi, cuarțite), roci eruptive (bazalte, andezite, spilite) și din roci sedimentare (argile, argilite, marne, micrite, silicolite, accidente silicioase).

Constituenții a u t i g e n i sînt reprezentați prin: pirită, calcit, ankerit, clorit. Pirita formează cuiburi idiomorfe, ce apar diseminate în matrice (uneori înconjurate de clorit și silice). Calcitul apare ca microcristale în matricea argiloasă sau ca pseudomorfoze pe feldspați. Ankeritul formează romboedri idiomorfi; este un produs diagenetic.

L i a n t u l este întotdeauna o matrice și apare în cantități variabile (15—40%), ca o fracție a compoziției granulometrice a rocii respective (cu cît fracțiunea alogenă, fină este mai frecventă, cu atît proporția de matrice este mai ridicată). Matricea primară are o compoziție complexă: fracțiuni pelitice de cuarț, feldspați, clorit, sericit, minerale argiloase și produse de dezagregare fizică ale unor filite sau tufuri andezitice. Matricea secundară apare prin alterația chimică selectivă a feldspaților, biotitului, amfibolilor și piroxenilor și este constituită din clorit, sericit, epidot ± calcit diagenetic.

**Varietăți mineralogice:** *graywacke litic* (în care $L > Q + F$) — varietate de graywacke, formată predominant din fragmente litice de șisturi cristaline cu grad scăzut de metamorfism, de roci eruptive bazice și roci sedimentare; *graywacke feldspatic* (în care $Q + F > L$) — varietate formată predominant din cuarț și feldspați. Parageneza indică o proveniență din roci magmatice acide și șisturi cristaline cu grad înalt de metamorfism.

**Transformări diagenetice.** Modificările diagenetice constau în: a) fenomene de transformare a granulelor alogene (ortoza și plagioclazii trec în sericit, calcit, clorit și epidot; biotitul și hornblenda se cloritizează; în mod secundar poate apare marcasita); b) recristalizări secundare ale matricei, cu formare de microagregate de cuarț, feldspați, illit, sericit, clorit, precum și reacții de substituție între matrice și granule detritice (apariția de coroane de sericit și clorit în jurul cuarțului).

**Ocurență.** Se asociază depozitelor terigene de geosinclinal, apărînd în alternanță cu argile și siltite. Deseori, însoțesc depozitele turbiditice. Pot apărea, de asemenea, alături de roci care reflectă o activitate vulcanică (nivele de lave, piroclastite, jaspuri). Se întîlnesc în depozite paleozoice și mezozoice.

**Semnificații petrogenetice.** Caracterele texturale ale rocilor de tip graywacke reflectă depozite imature, acumulate în mediu marin din curenți cu turbiditate accentuată (fluiditate scăzută). Pentru acest motiv se consideră că sînt produse turbiditice (Kuenen, Payne). Alți cercetători (Fairbridge) le acordă o semnificație tectonică considerîndu-le caracteristice unui mediu tectonic instabil (fose adînci, cu mobilitate ridicată), în care, simultan cu depunerea lor, s-a manifestat un vulcanism submarin. Se consideră că dezagregarea mecanică, ca urmare a unei eroziuni rapide, a avut un rol mai activ decît alterarea chimică.

### 2.1.6.5. ROCI DE TRANZIȚIE

Prezența în cadrul rocilor psamitice a materialului piroclastic sau bioclastic în proporții care depășesc limitele de participare a celorlalte fragmente litice, conduce la apariția unor roci cu caracter de tranziție. Termenii de trecere se realizează, astfel, spre rocile piroclastice și rocile carbonatice, iar limitele de participare a fragmentelor respective, piroclastice sau bioclastice — în rocile psamitice propriu-zise trebuie să depășească 10—15%. Limitele de participare diferă de la autor la autor și se referă la abundența acestui material în raport cu celelalte fragmente litice.

Rocile psamitice pe fondul cărora apar de obicei termeni de tranziție sînt gresiile litice, gresiile arcoziene și graywackele.

Pentru termenii care fac trecerea spre rocile piroclastice se utilizează următoarea nomenclatură:

| | Fragmente piroclastice |
|---|---|
| *Gresii cu material piroclastic* | ≈10%; |
| *Gresii tufitice* | >10—50%. |

Rocile bogate în bioclaste și fragmente litice de natură carbonatică (calcare, dolomite) fac trecerea spre rocile carbonatice organogene (cu bioclaste, vezi acest capitol) și, respectiv, spre

calcarele alohtone. În ansamblu, pentru rocile cu acest tip de fragmente se folosesc termenii:

| | |
|---|---|
| *Gresie cu material organogen* | bioclaste > 10%. |
| *Gresie calcaroasă* | ± fragmente litice, bioclaste = 10—50%. |

## 2.1.7. ALEURITE

=siltite
=aleurolite

— siltite (Fr.)
— siltstone (Engl.)
— Aleurit (Germ.)

*Roci detritice terigene, de cele mai multe ori mobile, formate din particule fine cu dimensiuni cuprinse între cele ale psamitelor și ale pelitelor.*

Limitele granulometrice ale acestor roci diferă în diversele clasificări existente: 0,1—0,01 mm, 0,2—0,02 mm sau 1/16—1/256 mm (tabelul 32).

*Tabelul 32*

**Clasificarea granulometrică a loessurilor**

(din D. Rădulescu, 1965)

| Varietăți texturale | | Clase (mm); granulometrice: 0,25–0,1 (%) | 0,1–0,05 (%) | 0,05–0,01 (%) | <0,01 (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| Slab argiloase | Prăfoase | 0–5 | <15 | >50 | <35 |
| | Prăfoase și fin nisipoase | 0–10 | 15–25 | >40 | <15 |
| | Fin nisipoase | 0–15 | >25 | >30 | <15 |
| Argiloase | Prăfoase | 0–5 | <15 | >50 | >25 |
| | Prăfoase și fin nisipoase | 0–10 | 15–25 | >40 | 20–25 |
| | Fin nisipoase | 0–15 | <25 | >30 | 20–25 |

Depozitele mobile relativ omogene, reprezentînd acumulări de material aleuritic, constituie *loess*-ul și *rocile loessoide*.

**Descriere macroscopică.** Loessurile formează depozitive pulverulente (prăfoase) cu aspect masiv (lipsite de stratificaţie) şi cu tendinţă de desprindere după plane verticale. De obicei sînt friabile, de culoare gălbuie sau gălbui-albicioasă, au o porozitate ridicată şi conţin spaţii libere, tubulare.

**Textură** aleuritică determinată de granule cu diametrul mediu cuprins între 0,06—0,02 mm. Forma particulelor este frecvent tabulară spre lamelară, cu grad de rotunjire scăzut ($Ro$=0,1—0,3). Sortare slabă ($\sigma$=1—3). Prezenţa fracţiunilor pelitice determină varietăţile texturale prezentate în tabelul 32.

**Constituenţi mineralogici.** Constituenţii a l o g e n i sînt reprezentaţi prin: cuarţ (20—70%), feldspaţi (20—40%), mice ($\approx$25%), minerale argiloase, minerale grele (1—2%), amfiboli, piroxeni, epidot, zoizit, granaţi, turmalină, ilmenit, zircon şi bioclaste. Cuarţul apare ca granule microcristaline ($\varnothing \simeq$0,04 mm), colţuroase, cu suprafaţa mată, rugoasă. Feldspaţii plagioclazi şi potasici sînt, de obicei, caolinizaţi. Micele frecvente sînt biotitul şi muscovitul. Fracţiunea argiloasă este, de obicei, nesaturată în Ca şi reprezentată prin caolinit, illit, montmorillonit. Bioclastele sînt reprezentate, de obicei, prin gasteropode cuaternare.

Constituenţii a u t i g e n i sînt reprezentaţi prin: calcit, minerale argiloase, oxizi de aluminiu. Calcitul apare frecvent concreţionar (forme foarte diverse, numite „păpuşi de loess"). Mineralele argiloase apar pe seama constituenţilor alogeni, în zonele cu umiditate excesivă.

**Varietăţi mineralogice:** *lehm* — depozit loessoid provenit prin decalcifierea unor loessuri, caracterizat prin îmbogăţiri în oxizi de fier şi minerale argiloase şi avînd structuri neomogene; *lut loessoid,* caracterizat prin prezenţa nisipului şi prin conţinutul ridicat de minerale grele ($\simeq$9%) şi avînd structură neomogenă.

**Transformări diagenetice.** Fiind depozite mobile, care nu au suferit fenomenul de îngropare, loessurile nu prezintă modificări diagenetice importante. Pot prezenta decalcifieri şi remobilizări de carbonaţi, precum şi argilizări parţiale.

**Ocurenţă.** Se întîlnesc alături de sedimente lacustre, fluviale şi glaciare, de obicei în zone submontane, pe platouri sau în zone de cîmpie; sînt exclusiv cuaternare.

**Semnificaţii petrogenetice.** Loessurile slab sortate şi bogate în minerale argiloase însoţesc de obicei depozitele aluviale din regiunile semiaride. Loessurile, cu grad mai bun de sortare şi sărace în argilă se întîlnesc în zone aride.

## METODICA DETERMINĂRII ROCILOR DETRITICE

Diagnosticarea rocilor detritice implică cunoaşterea caracterelor lor texturale a naturii şi frecvenţei liantului şi a constituenţilor alogeni.

Observaţiile macroscopice permit identificarea rocilor grosiere (cu granule peste 2 mm) dar nu sînt suficiente pentru stabilirea varietăţilor mineralogice şi a compoziţiei lor granulometrice.

Observaţiile microscopice permit:

1. Stabilirea categoriilor texturale: *psefit, psamit, aleurit, pelit* (vezi tabelul 33) şi determinarea frecvenţei[1] şi repartiţiei dimensiunilor granulelor pe clase granulometrice. Se înregistrează, astfel, gradul de sortare a rocilor respective.
2. Determinarea naturii liantului — *matrice* sau *ciment* — şi a proporţiei de participare în raport cu fragmentele.
   În rocile psefitice raportul *liant/fragmente* defineşte caracterul de *orto* şi *para* ... *conglomerat* sau *brecie* (vezi tabelul 33).
   În rocile psamitice natura liantului — matrice sau ciment — defineşte caracterul *graywacke* şi respectiv *gresie* (vezi tabelul 33).
3. Determinarea constituenţilor mineralogici alogeni — granule minerale (cuarţ — Q, feldspaţi — *F*, mice, minerale grele), fragmente litice *L* (de roci magmatice, şisturi cristaline şi roci sedimentare) şi bioclaste. Frecvenţa Q, *F*, *L* are caracter diagnostic şi permite aprecierea caracterului *oligomictic, polimictic* şi a varietăţilor mineralogice şi petrografice (vezi tabelul 33). De exemplu:

| | |
|---|---|
| *gresie cuarţoasă:* | $Q>95\%-90\%$; |
| *gresie litică:* | $L>F$; $Q<75\%$; $L\geqslant25\%$; $F<25\%$; |
| *gresie arcoziană:* | $F>L$; $Q<75\%$; $F\geqslant25\%$; $L<25\%$; |
| *graywacke litic:* | $L>F+Q$; |
| *graywacke feldspatic:* | $F+Q>L$. |

4. Determinarea constituenţilor autigeni şi a naturii mineralogice a cimentului: silicios, calcitic, fosfatic etc.

---

[1] Stabilirea frecvenţei dimensiunii granulelor se poate face în cazul rocilor mobile, a celor slab consolidate sau uşor dezagregabile (şi) prin analiza granulometrică.

*Tabelul 33*

**Criterii pentru determinarea rocilor detritice**

| Elementul urmărit | Elementul determinat | Tipuri petrografice | Descriere la pagina |
|---|---|---|---|
| 1. TEXTURA Dimensiunea şi frecvenţa particolelor | Categorii granulometrice şi grad de sortare | PSEFIT \| PSAMIT \| ALEURIT \| PELIT | 213 |
| 2. LIANTUL — Raportul liant/fragmente | liant>fragmente | PARACONGLOMERAT; PARABRECIE | 222 |
| | fragmente>liant | ORTOCONGLOMERAT; ORTOBRECIE | 222 |
| — Natura liantului | ciment | GRESII (propriu zise) | 230 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | matrice | GRAYWACKE | 240 |
| 3. CONSTITUENȚI | Q>95% | GRESIE CUARȚOASĂ | 233 |
| Q — cuarț | L⩾25%<br>F<25%<br>Q<75% | GRESIE LITICA | 235 |
| F — feldspați | F⩾25%<br>L<25%<br>Q<75% | GRESIE ARCOZIANA | 237 |
| L — fragmente litice | L>F+Q<br>F+Q<L | GRAYWACKE LITIC<br>GRAYWACKE FELDSPATIC | 241 |
| 4. NATURA MINERALOGICA A CIMENTULUI | silicios<br>calcitic<br>glauconitic<br>fosfatic | GRESIE CUARȚOASĂ cu ciment silicios, calcitic, glauconitic etc. | 234 |
| | | GRESIE LITICĂ cu ciment silicios, calcitic etc. | 236 |

De exemplu: *GRESIE CUARȚOASĂ cu ciment calcitic; GRESIE LITICĂ cu ciment silicios* etc. . . .

5. La rocile identificate se fac observații asupra transformărilor diagenetice asupra aspectelor morfometrice ale granulelor (grad de rotunjire, sfericitate etc.) și orientării lor, cît și asupra relațiilor dintre particule și liant (coroziuni, limite nete etc. . . .).

## B. ROCI PIROCLASTICE

*Rocile piroclastice reprezintă produse ale activității vulcanice explozive, depuse prin acțiune gravitațională în diverse medii de sedimentare (subaeriene, lacustre, marine[1]).*

Ele se prezintă sub forma unor acumulări de cristale sau fragmente clastice mobile, neconsolidate (*tephra* — Fuchtbauer, 1974; D. Rădulescu, 1976) sau sub formă de depozite stratiforme consolidate, de multe ori intercalate în formațiuni sedimentare.

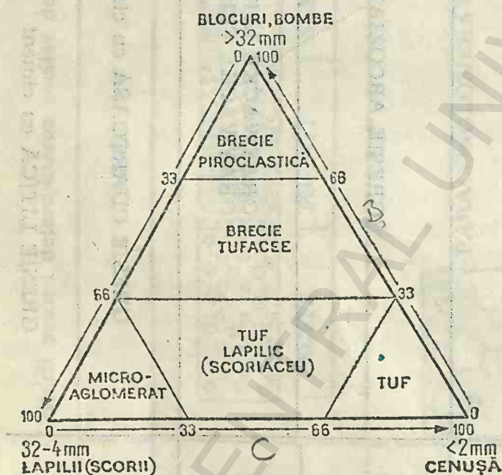



Fig. 2.22. Diagramă ternară pentru caracterizarea granulometrică a rocilor piroclastice (după Füchtbauer, 1974)

Modul de transport și acumulare a materialului primar, pe de o parte, și asocierea lor frecventă cu diferite roci sedimentare, pe de altă parte, justifică descrierea lor în cadrul „petrografiei sedimentare".

Clasificarea rocilor piroclastice are la bază criterii granulometrice și petrografice.

Criteriul granulometric permite compararea piroclastitelor cu depozitele epiclastice de tip psefitic, psamitic și aleuropelitic. Limitele de dimensiuni care stau la baza clasificării granulometrice a piroclastitelor nu coincid însă cu cele de la rocile detritice (tabelul 34 și fig. 2.22).

---

[1] Depozitele piroclastice acumulate subacvatic sînt cunoscute sub numele de *hialoclastite* (Rittmann 1962, Fuchtbauer 1974).

În tabelul 34 este prezentată clasificarea granulometrică și nomenclatura rocilor piroclastice mobile și consolidate.

După criteriul petrografic se separă diverse tipuri de roci piroclastice, în funcție de compoziția mineralogică și de apartenența

Tabelul 34

**Clasificarea granulometrică și nomenclatura piroclastitelor**

| Dimensiunea particulelor (mm) | | Depozite neconsolidate (Tephra) | Depozite consolidate (Piroclastite) |
|---|---|---|---|
| Fischer (1966) | Heinrich (1956) | | |
| >64 | >32 | Bombe | Aglomerate piroclastice |
| | | Blocuri | Brecii piroclastice |
| 64–2 | 32–4 | Lapili | Tuf lapilic |
| | | Scorii | Tuf scoriaceu |
| <2 | <4 | Cenușă | Tuf |

lor la diverse tipuri de extruziuni (riolitice, dacitice, trahitice etc.) (v. tabelul 35).

## 2.1.8. AGLOMERATE ȘI BRECII VULCANICE

=conglomerat vulcanic

— aglomérate (Fr.)
— agglomerate (Engl.)
— Agglomerat (Germ.)

*Roci piroclastice grosiere, consolidate, formate din fragmente vulcanice cu dimensiuni mai mari de 32 mm (64 mm — Fischer, 1966, în Fuchtbauer 1974).*

Termenul *„aglomerat"* definește piroclastitele grosiere, formate din bombe vulcanice, prinse într-o matrice tufacee sau într-un amestec de cenușă și sticlă vulcanică (pentru acestea din urmă se folosește termenul de *„aglomerate aglutinate")*. Bombele vulcanice sînt fragmente rotunjite în timpul căderii, prin răcirea lavei ejectate.

Termenul *brecie* (vulcanică) se referă la rocile piroclastice grosiere, formate din fragmente angulare sau subangulare, blocuri vulcanice prinse într-un liant. Blocurile vulcanice reprezintă fragmente rupte din materialul consolidat pe coș, din suprastructura

Tabelul 35

**Clasificarea petrografică și compoziția mineralogică a piroclastitelor**

| Tip petrografic | Caracter chimic | Constituenți mineralogici — Minerale salice: Cuarț | Feldsp. potasic | Plagioclaz % An (0 10 20 30 40 50 60 70) | Minerale femice: Biotit | Hornblendă | Piroxeni | Olivină | Sticlă: Indice de refracție mediu |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUF RIOLITIC | acid | | | | ± | | | | 1,490 |
| TUF DACITIC | acid | | | | ± | ± | | | 1,490 |
| TUF TRAHITIC | alcalin | | | | | | | | 1,500 |
| TUF ANDEZITIC | neutru | | | | ± | | | | 1,520 |
| TUF BAZALTIC | bazic | | | | | ± | | | 1,550 |
| TUF FONOLITIC | alcalin | | | + FOIDE | | | Na Augit-Egirin ± | | |

sau infrastructura aparatului vulcanic (roci sedimentare, şisturi cristaline etc.).

**Descriere macroscopică.** Roci masive sau slab stratificate, de multe ori friabile, asemănătoare cu rocile detritice de tipul conglomeratelor grosiere. Culoarea variabilă, este determinată de natura petrografică a fragmentelor (riolite, andezite, bazalte) şi de natura liantului. Gradul de alterare a rocilor poate modifica, de asemenea, culoarea iniţială.

**Textura** este psefitică grosieră, cu grad de sortare foarte scăzut ($\sigma$=2). Forma fragmentelor nu reflectă comportarea lor în timpul transportului (aspectele rotunjite, rulate se realizează prin răcirea fragmentelor de lavă în cădere).

**Structurile** sînt mecanice, tipic clastice. De obicei, aceste depozite sînt lipsite de o stratificaţie; mai rar se observă prezenţa granoclasării.

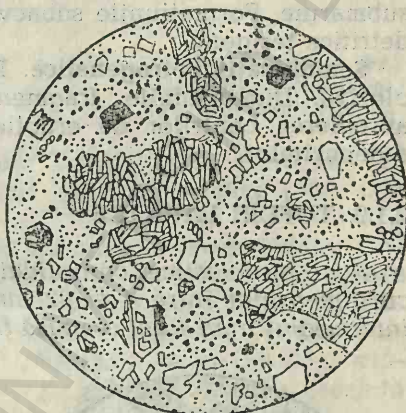


Fig. 2.23. Aglomerat vulcanic

**Constituenţi mineralogici,** foarte variabil; în funcţie de originea lor, se deosebesc (după Carozzi, 1960):

— constituenţi p r i n c i p a l i („esenţiali"), derivaţi din lava în curs de erupţie; pot fi de compoziţie riolitică, dacitică, trahitică, andezitică, bazaltică, cu structuri specifice acestor tipuri de roci;

— constituenţi a c c e s o r i i reprezentaţi prin fragmente provenite din efuziuni sau extruziuni mai vechi (sfărîmături de aparate vulcanice); de obicei angulare;

— constituenţi a c c i d e n t a l i (xenolite), proveniţi din infrastructura aparatului vulcanic, reprezentaţi prin fragmente de şisturi cristaline, roci sedimentare (calcare, argile, etc.).

L i a n t u l acestor fragmente este o matrice, uneori, din cenuşă vulcanică, cu o compoziţie mineralogică asemănătoare constituenţilor esenţiali; alteori, reprezintă un amestec de cenuşă şi sticlă vulcanică.

**Transformări mineralogice.** Modificările pe care le suferă mineralele din constituţia fragmentelor şi a cenuşii vulcanice sînt variate şi se datoresc fie proceselor hidrotermale, fie alteraţiilor exogene şi halmirolizei (alteraţiei subacvatice). Ele constau în:

sericitizarea și caolinizarea feldspaților; decalcifierea și epidotizarea plagioclazilor; cloritizarea biotitului și amfibolilor; serpentinizarea piroxenilor și olivinelor etc. Frecvent, fragmentele de roci și feldspații apar corodați de sticlă.

**Ocurență.** Se întîlnesc în vecinătatea aparatelor vulcanice vechi și recente, sub formă de depozite subaeriene, lacustre și mai rar submarine. Formațiunile subacvatice apar în asociație cu depozite detritice terigene.

**Semnificații petrogenetice.** Reflectă o activitate vulcanică explozivă. Dimensiunile fragmentelor (caracterul grosier) indică apropierea centrilor de erupție în raport cu aria de răspîndire a depozitelor.

## 2.1.9. TUFURI LAPILICE

=cinerite lapilice

*Roci piroclastice consolidate, formate din fragmente lapilice cu dimensiuni între 4 și 32 mm (2—64 Fischer 1966) prinse prin intermediul unui liant (cenușă fină sau sticlă vulcanică).*

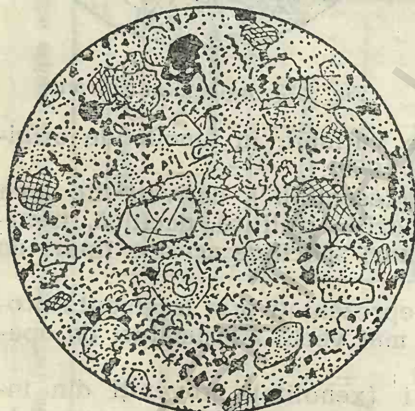


Fig. 2.24. Tuf lapilic cu structură litoclastică.

**Descrierea macroscopică.** Roci cu aspect de microconglomerate, colorate în tonuri roșcate sau gălbui. Adesea friabile, în bancuri fără o stratificație vizibilă.

**Textura** este psefitică, medie sau fină. Gradul de sortare este mai bun decît al aglomeratelor ($\sigma\psi$=1—2) vulcanice. Fragmentele sînt rotunjite sau colțuroase. Formele elipsoidale sau sferice care conțin un nucleu din sticlă, cristale sau fragmente de roci, înconjurate de zone concentrice din cenușă fină, constituie lapili acreționari („pisolite sub 1 cm").

**Structură** mecanică clastică. Depozitele apar, adesea, stratificate, cu stratificație paralelă, ritmică sau gradată. Lipsesc structurile chimice și organogene.

**Constituenții mineralogici** sînt asemănători cu cei din aglomerate și brecii vulcanice (vezi aceste roci) (fig. 2.24).

**Transformări** mineralogice sub influența soluțiilor hidrotermale, a apelor de infiltrație și a proceselor de halmiroliză.

**Ocurență.** Formează mai frecvent orizonturi asociate aglomeratelor vulcanice. De asemenea, pot apărea alături de depozite terigene.

**Semnificații petrogenetice.** Reflectă o activitate vulcanică explozivă și o depunere în apropiere de centrele de erupție.

## 2.1.10. TUFURI

=cinerite

— tuf volcanique (Fr.)
— volcanic tuff (Engl.)
— Volkantuff (Germ.)

*Roci piroclastice fine, consolidate, formate din elemente de natură vulcanică, cu dimensiuni mai mici de 4 mm (<2 mm Fischer, 1966).*

**Descriere macroscopică.** Roci, de obicei, slab consolidate, asemănătoare cu gresiile și, uneori, cu silturile omogene. Sînt ușoare și au o porozitate ridicată. Culori diverse: cenușiu-albăstrui, verde deschis, violet deschis. Adesea prezintă o stratificație bună.

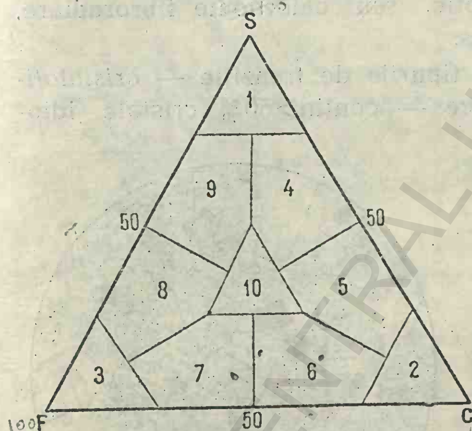



Fig. 2.25. Diagramă ternară pentru caracterizarea structurală a rocilor piroclastice:

*S* — sticlă; *C* — cristale; *F* — fragmente litice; *1* — tuf vitroclastic, *2* — tuf cristaloclastic; *3* — tuf litoclastic, *4* — tuf vitro-cristaloclastic, *5* — tuf cristalo-vitroclastic, *6* — tuf cristalo-litoclastic, *7* — tuf lito-cristaloclastic, *8* — tuf lito-vitroclastic, *9* — tuf vitro-litoclastic, *10* — tuf vitro-cristalo-litoclastic.

**Textură** psamitică și aleuropelitică. Din punct de vedere granulometric, materialul este bine sortat (σ= 0,50—1). Forma fragmentelor este foarte variabilă: colțuroasă, rotunjită, sferică, prismatică, aciculară.

**Structură mecanică,** clastică; sporadic, structuri organogene (acumulări de bioclaste). Structurile chimice lipsesc.

**Constituenți mineralogici.** În alcătuirea mineralogică și petrografică a tufurilor intră particule de sticlă vulcanică, cristale și fragmente de roci. Proporția de participare a acestor constituenți constituie cea mai folosită bază de clasificare a tufurilor (v. fig. 2.25).

**Varietăţi:** se deosebesc trei categorii de tufuri, care prezintă la rîndul lor termeni de tranziţie:

1. Tufuri *vitroclastice*, cu tipurile de tranziţie *vitrocristaloclastice* sau *vitrolitoclastice*. Conţin>50% sticlă, fragmente de cuarţ, feldspaţi şi diverse fragmente litice (riolitice, andezitice, bazaltice etc.). Sticla vulcanică apare în foarte diverse aspecte morfologice: globule, fibre, forme aplatizate, ovoidale cu structuri compacte sau veziculare (fig. 26).

Culoarea ei variază în funcţie de chimism: sticlele acide şi neutre sînt incolore şi poartă numele de *obsidiane* şi *retinite*. Sticlele bazice au culori închise, brune sau negre şi se numesc *tachilite* şi *sideromelane*. Sub microscop, toate tipurile de sticlă sînt de regulă izotrope, cu indice de refracţie variabil în funcţie de chimism.

În masa sticlei sau în zonele interstiţiale apar cristalite anizotrope, dar neidentificabile optic, sau calcedonie fibroradiară, colorată de un pigment feruginos.

2. Tufuri *cristaloclastice*, cu tipurile de tranziţie — *cristalolitoclastice* şi *cristalovitroclastice* — conţin>50% cristale idio-

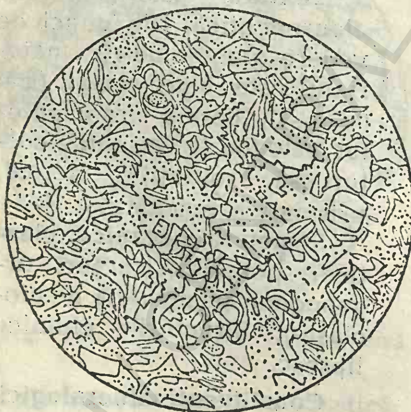


Fig. 2.26. Tuf vitroclastic

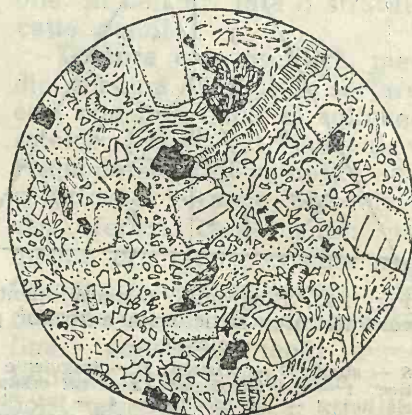


Fig. 2.27. Tuf cristalo-vitroclastic

morfe sau fragmente de cristale (cu forme adesea colţuroase, aşchioase) (fig. 2.26). Din punct de vedere mineralogic, cristalele aparţin cuarţului, feldspaţilor (plagioclazilor şi sanidinei), bioti-

tului, amfibolilor, piroxenilor, olivinei etc., în funcţie de natura petrografică a lavelor din care provin.

Adesea, fragmentele de cristale reprezintă un amestec de constituenţi esenţiali, accesorii şi accidentali. Cristalele prismatice sînt dispuse de obicei perpendicular pe planul de stratificaţie sau laminaţie al tufurilor. Feldspaţii, de obicei plagioclazi, apar maclaţi polisintetic şi deseori sînt zonaţi (vezi cap. feldspaţi).

Liantul lor reprezintă o matrice sticloasă, cenuşie, fină, provenind din erupţii ulterioare, sau minerale argiloase provenite din alterarea unor cristale de feldspaţi, mice, olivină etc.

Varietăţi petrografice: *trass* — termen folosit mai ales în germană pentru tufurile cristaloclastice de natură trahitică; *puzzolane*, termen folosit în Italia pentru tufurile cristaloclastice trahitice; *peperino* (Italia) — varietate cu foide (leucit).

3. Tufuri *litoclastice*, cu tipurile de tranziţie *litocristaloclastice* şi *litovitroclastice*. Conţin > 50 % fragmente litice de natură piroclastică.

Din punct de vedere textural tufurile litoclastice, fac trecerea spre tufurile lapilice. Fragmentele litice aparţin unor roci efuzive (constituenţi esenţiali), subvulcanice (constituenţi accesorii) şi metamorfice sau sedimentare (constituenţi accidentali). Fragmentele, colţuroase şi mai puţin rotunjite, sînt legate printr-o matrice sticloasă cu structuri veziculare sau prin intermediul unor cenuşi fin cristalizate.

Varietăţi structurale: *tufuri pisolitice*, formate din sfere de nămol vulcanic consolidat sau din agregate concreţionare de cenuşi vulcanice umectate.

**Transformări secundare.** În tufurile vitroclastice, sticla poate cristaliza (devitrifica), devenind anizotropă; sub influenţa proceselor de alterare chimică (hidrotermală, halmiroliză sau/şi modificări exogene) trece în silice (opal, calcedonie), zeoliţi (laumontit) şi minerale argiloase (celadonit); sticlele acide se beentonitizează (trec într-un amestec de montmorillonit, beidelit, cristobalit), iar cele bazice trec în calcit, halloyzit, caolinit, nontronit şi clorit. Fenomenul de alterare a sticlelor bazice de tipul sideromelanelor conduce la formarea *palagonitelor*, sticle hidratate cu oxizi de fier, care au pierdut Ca şi Na; sînt friabile, fin granulare şi au culoare galbenă sau brună.

În tufurile cristaloclastice se întîlnesc frecvent coroziuni ale cristalelor idiomorfe sau aşchioase de către sticla vulcanică (care poate apare şi ca incluziuni în interiorul cristalelor). Neo-

formații frecvente apar pe feldspați (argilizări și sericitizări) sau pe biotit, hornblendă, piroxeni (cloritizări și opacitizări).

În tufurile litoclastice, alături de modificări secundare ale mineralelor constituente, pot apărea frecvente cornificări ale fragmentelor accidentale; de exemplu recristalizări ale calcarelor, argilelor și gresiilor.

**Ocurență.** Reprezintă rocile piroclastice cel mai frecvent întîlnite, alături de serii detritice, terigene, argile sau nivele carbonatice, acumulate în bazine lacustre situate în vecinătatea unor arii cu activitate vulcanică. Apar sub forma unor orizonturi cu grosimi mici, centimetrice și rar metrice, dar cu extindere mare în suprafață. Pentru acest motiv ele constituie nivele reper.

**Semnificații petrogenetice.** Reflectă o activitate vulcanică explozivă. Prezența unui număr mare de asemenea nivele sugerează extruziuni succesive, dar sincrone cu momentele de acumulare a rocilor sedimentare în care se găsesc intercalate. Studiul tufurilor nu permite precizări în legătură cu localizarea centrelor de erupție.

## METODICA DETERMINĂRII ROCILOR PIROCLASTICE

Determinarea rocilor piroclastice se bazează pe recunoașterea materialului de natură eruptivă, a formelor sale specifice, a dimensiunilor lui, a relațiilor dintre constituenți și a compoziției acestora. Pentru identificare trebuie parcurse următoarele observații:

1. Aprecierea caracterului mobil sau consolidat al depozitelor:
   - depozite mobile: *tephra*
   - depozite consolidate: *roci piroclastice*
2. Măsurarea dimensiunilor fragmentelor constituente și stabilirea categoriilor granulometrice (tabelul 36):
   - $>32(>64)$ mm: *bombe, blocuri;*
   - 32—4(64—2) mm: *lapili, scorii;*
   - $<4(<2)$ mm: *cenușă.*
3. Caracterizarea mineralogică și petrografică a constituenților:
   a. Determinarea raportului dintre sticlă *(S)*, cristale *(C)* și fragmente litice *(F)*; pe baza acestuia se definește (v. tab. 36) tipul de piroclastit: *vitroclastic, cristaloclastic, litoclastic.*
   b. Determinarea mineralelor salice și femice care alcătuiesc cristalele și fragmentele litice, a relațiilor dintre ele și preci-

zarea tipului petrografic de piroclastit (tabelul 36): *piroclastit riolitic, piroclastit dacitic* etc....

*Tabelul 36*

**Criterii pentru determinarea rocilor piroclastice**

| Elementul urmărit | Elementul determinat | Tipuri petrografice | |
|---|---|---|---|
| 1. Gradul de consolidare | Depozit mobil | TEPHRA | |
| | Depozit cimentat | | ROCI PIROCLASTICE |
| 2. Textură Granulometric | >32(64) mm | Blocuri<br>Bombe | Brecii piroclastice<br>Aglomerate piroclastice |
| | 32–4(64–2) mm | Lapili<br>Scorii | Tufuri lapilice<br>Tufuri scoriacee |
| | <4(2) mm | Cenuşă | Tufuri |
| 3. Constituenţi mineralogici<br>3a. Sticlă (S)<br>Cristale (C)<br>Fragmente litice (F)<br>şi raportul % dintre ele | S<br>C<br>F | Vitroclastic<br>Cristaloclastic<br>Litoclastic | |
| 3b. Minerale salice | Q, F, $P_{0=20}$ ±Bi) | Riolitic | |
| Cuarţ (Q),<br>Feldspaţi potasici ($F_k$)<br>Plagioclazi<br>($P_{0=2An}$) | Q. $P_{0=30}$, $F_k$(±Bi)<br>(±Hb) | Dacitic | |
| | $P_{0=30}$ $F_k$(±Px) | Trahitic | |
| 3c. Minerale femice | $P_{30=70}$ Hb, Px | Andezitic | |
| Biotit (Bi),<br>Hornblendă (Hb) | $P_{50=70}$Px,01(±Hb) | Bazaltic | |
| Piroxeni (Px),<br>Olivină (Ol) | $F_k$, $P_{0=30}$ Foide | Fonolitic | |

4. Observaţiile de detaliu — după determinarea tipului petrografic — se referă la:
- — gradul de alteraţie a mineralelor;
- — natura transformărilor şi mineralogia produselor secundare pe fiecare tip de mineral (feldspaţi, amfiboli etc....)

## 2.2. ROCI ARGILOASE

Sînt roci terigene alcătuite preponderent (60%) din particule foarte fine, cu dimensiuni sub 0,01 (0,02) mm pînă la dimensiuni coloidale şi care au ca constituenţi principali alumosilicaţi hidrataţi — minerale argiloase.

Sistematica rocilor argiloase are la bază variate criterii, care separă în cadrul lor varietăţi mineralogice, structurale, industriale etc. (tabelul 37).

*Tabelul 37*

**Clasificarea mineralogică şi structurală a rocilor argiloase**

| Tipuri petrografice | Varietăţi mineralogice | Varietăţi structurale sau texturale |
|---|---|---|
| ARGILE | Argile polimictice<br>Argile oligomictice<br>— Argile caolinitice<br>— Argile montmorillonitice<br>— Argile smectice<br>— Argile illitice | Argile masive<br>Argile stratificate |
| ARGILITE | Argile polimictice | Argile deformate (în plăci) |
| ROCI DE TRANZIŢIE | varietăţi silicioase:<br>varietăţi carbonatice:<br>— MARNE<br>— ARGILE CALCAROASE | Argile nisipoase<br>Şisturi arenacee<br>Calc-şisturi |

Depozitele argiloase masive şi stratificate constituie argilele propriu-zise. Varietăţile structurale formate prin deformări mecanice constituie argilitele. Variaţiile de compoziţie în cadrul rocilor argiloase sînt foarte mari şi determină tranziţii fie spre silicolite fie spre rocile carbonatice.

## 2.2.1. ARGILE

=lutite*  — argillite (boue) (Fr.)
— clay (claystone; mudstone; shale) (Engl.)
— Letten (Ton) (Germ.)

*Roci pelitice formate preponderent din particule cu dimensiuni cuprinse între 0,01 mm și dimensiuni coloidale, în alcătuirea cărora intră, în proporție de peste 60%*, minerale argiloase.

**Descriere macroscopică.** Argilele sînt roci compacte, masive sau stratificate, caracterizate prin porozitate ridicată și permeabilitate slabă. Prin umezire devin plastice. Culoarea argilelor variază foarte mult și este totdeauna condiționată de compoziția acestora, astfel: *alb* — indică abundența alumosilicaților hidratați și lipsa fierului; *galben* — oxidarea incipientă a unor compuși ai fierului (mai rar este determinată de prezența unor compuși ai cromului); *brun* — prezența oxizilor de fier și a limonitului; *roșu* — prezența hematitului foarte fin diseminat; *purpuriu* — prezența simultană a limonitului și a oxizilor de mangan hidratați; *verde* — prezența cloritului, celadonitului, glauconitului, silicaților feroși și sulfaților de fier; *cenușiu* — prezența grafitului sau a unui material carbonizat; *negru* — prezența materialului bituminos.

**Textură** pelitică, foarte fină, (peste 60% particule cu diametrul mai mic de 0,01. Subordonat, în argile poate participa și material aleuritic sau psamitic diseminat sau grupat în nivele și lentile (vezi roci de tranziție). În cadrul categoriei granulometrice respective, dimensiunile particulelor variază pe un interval larg. Din acest punct de vedere gradul de sortare este mediu;

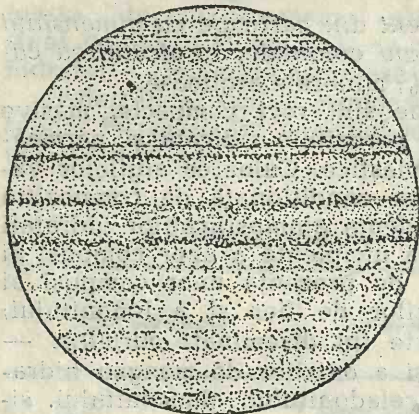
Fracțiunea cuprinsă între 0,005 și 0,002 mm nu permite deflocularea și obținerea de particule libere necesare diverselor studii (RX, IR, ATD). Fracțiunea sub 0,002 are caracter coloidal, cu particule întotdeauna angulare și subangulare.

**Structura** argilelor este condiționată de procesele genetice și determină anumite varietăți. Cele mai frecvente sînt: structuri clastice (mecanice) și chimice (de precipitare) proprii argilelor „sedimentate"; structuri relicte (piroclastice sau eruptive), proprii argilelor reziduale; structuri diagenetice (de recristalizare sau „oolitice").

---

* Echivalent granulometric al pelitelor: se folosește uneori pentru a defini nivele de roci argiloase.

După modul de distribuţie spaţială a particulelor constituente se deosebesc: *argile masive* (omogene) şi *argile stratificate* (echivalentul englezesc shale), şistoase, lamelare; acestea din urmă prezintă o laminaţie paralelă cu planele de microstratificaţie şi au tendinţa de a se desface în plăci sau lamine (fig. 2.28).


Fig. 2.28. Argilă stratificată

**Constituenţi mineralogici.** Constituenţii autigeni sînt reprezentaţi prin: silicaţi de Al şi Mg hidrataţi (caolinit, halloysit, dickit, nacrit, montmorillonit, illit, nontronit, sepiolit, vermiculit, allofan) $\pm$ silice, calcit, clorit, glauconit, rutil, anataz.

Constituenţii alogeni sînt reprezentaţi prin: fragmente minerale de cuarţ, ortoclaz, plagioclaz, muscovit, biotit, ilmenit, epidot, turmalină, zircon, rutil, sfen, mai rar hornblendă şi granat, bioclaste diverse.

**Varietăţi.** Procentul de participare a constituenţilor rocilor argiloase este foarte variabil şi determină varietăţile mineralogice polimictice şi oligomictice:

1. Argile *polimictice* conţin: illit, clorit, caolinit, montmorillonit, între 40—100%; subordonat, minerale neargiloase (mice, cuarţ, feldspaţi, minerale grele, material organic cărbunos şi bituminos) şi constituenţi autigeni (calcit, pirită etc.).

Illitul apare în lamele galben-verzui de 0,002—0,04 mm sau în agregate lenticulare şi sferice prinse într-o matrice formată din illit+clorit+caolinit etc.; poate reprezenta pînă la 60% din masa mineralelor argiloase.

Mineralele neargiloase, în rocile masive, apar diseminate, iar în cele stratificate arată o tendinţă de grupare în nivele şi lentile. Muscovitul şi biotitul se întîlnesc în lamele mari, orientate paralel cu laminele rocii. Cuarţul este angular şi se poate asocia cu silice secundară. Feldspaţii plagioclazi şi ortoclazi apar fie proaspeţi fie alteraţi. Mineralele grele sînt şi ele angulare. Materialul organic cărbunos apare sub formă de pigment, acumulări lenticulare sau ca particule negre, opace, şi imprimă argilelor culoarea neagră. Cînd se află în cantitate mai mare roca devine o *argilă cărbunoasă*. (De obicei are conţinut ridicat şi de pirită au-

tigenă.) Materialul organic de natură bituminoasă este lipsit de structură, translucid, de culoare galbenă, brună sau brun-închisă și apare diseminat sau sub formă de acumulări lentliforme. Cînd se află în cantitate mare, roca devine o *argilă bituminoasă* (de obicei cu montmorillonit, calcit, pirită, dolomit și cuarț de natură autigenă).

Bioclastele sînt reprezentate prin microorganisme sau fragmente de organisme de natură silicioase sau carbonatică. Mineralele autigene sînt reprezentate prin: calcit și dolomit, sub formă de romboedri (0,008 cm); cuarț bipiramidat și calcedonie criptocristalină, uneori cu dispoziții fibros radiare; opal; pirită sub formă de cristale cubice diseminate, agregate subsferice (0,002—0,005 cm) și mase neregulate, mai frecventă în argilele bituminoase. (Rocile în care pirita este frecventă și alături de care se întîlnește calcopirită, blendă, galenă etc. poartă numele de *„argile cu sulfuri"* sau *„argile negre"* (franc.=empélite, engl.=black shale) (fig. 2.29); feldspații autigeni, în special ortoclazul, apar în varietăți bogate în potasiu, formînd cristale idiomorfe sau zone de supracreștere pe granule detritice sau fragmente fosile (albitul idiomorf este subordonat).

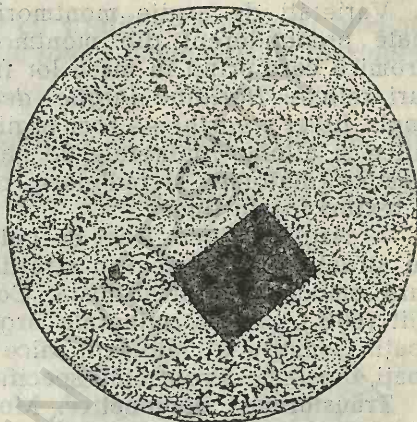


Fig. 2.29. Argilă cu sulfuri

2. Argile *oligomictice*. Conțin în proporție ridicată unul din mineralele argiloase răspîndite: caolinit, montmorillonit, illit.

— *Argile caolinitice*. Roci de culoare alb-gălbuie sau cenușie, formate din caolinit, halloysit și, subordonat, montmorillonit, cuarț, hematit, limonit. Ca minerale grele pot conține turmalină, topaz, casiterit, fluorină. Uneori se recunosc fragmente litice de roci magmatice acide (riolite, dacite, granite, pegmatite), ce imprimă acestora structuri relicte. Argilele caolinitice au plasticitate mare (80%), refractaritate mare (1780°), iar capacitatea de absorbție și de schimb ionic sînt moderate.

— *Argile montmorillonitice* (sinonime: *smectite, argile smectice*). Roci de culoare alb-gălbuie, verde-albăstruie, cu capacitate de absorbție ridicată. Au textură pelitică și structură masivă, uneori relictă (piroclastică). Constituenți autigeni: montmorillonit,

siderit, nontronit±caolinit, glauconit, silice. Constituenţi alogeni: cuarţ, muscovit, fragmente litice (piroclastice), bioclaste (diatomee, radiolari). Proprietăţi specifice: plasticitate mare (unele varietăţi sînt tixotrope) şi refractaritate mare. Unele varietăţi au capacitate de absorbţie şi schimb ionic foarte ridicate.

Varietăţi de argile montmorillonitice: *bentonite* — roci formate preponderent din montmorillonit, beidelit±caolinit şi hidromice care prind în masa lor fragmente piroclastice şi au structuri relicte; *floridine* (*argile decolorante, pămînturi de albire*; engl.: *fuller's earth*) — roci argiloase formate din montmorillonit, silice şi allofan±minerale de natură vulcanică şi fragmente bioclastice (diatomee şi radiolari), cu structuri relicte şi organogene şi texturi foarte fine.

— *Argile illitice*. Roci de culoare cenuşie, brună sau verzuie, cu structuri omogene sau stratificate. Au textură pelitică, structură omogenă şi stratificată. Constituenţi mineralogici autigeni: illit (60%), ±clorit, minerale argiloase mixte, calcit, pirită, feldspaţi. Constituenţi alogeni: mice (muscovit şi biotit), cuarţ, feldspaţi, bioclaste. Proprietăţi specifice: nu se înmoaie în apă.

**Transformări diagenetice.** Modificări structurale: recristalizări locale ale silicei, carbonaţilor şi caolinitului, sau redistribuiri pe fisuri ale carbonaţilor şi montmorillonitului. Modificări mineralogice: caolinitul poate fi substituit de sericit; montmorillonitul trece în illit sau muscovit, alteori muscovitul este înlocuit de montmorillonit; cuarţul poate apărea corodat de montmorillonit sau illit; bioclastele carbonatice pot fi silicifiate şi feldspatizate, iar cele silicioase apar uneori înlocuite de carbonaţi; pirita trece frecvent în limonit.

**Ocurenţă.** Rocile argiloase formează depozite reziduale continentale şi formaţiuni sedimentate în bazine lacustre şi marine. Apar asociate atît depozitelor terigene detritice cît şi unor depozite de precipitaţie. Argilele caolinitice sînt mai frecvente în bazinele lacustre; intră, de asemenea, în constituţia scoarţelor de alterare a solurilor lateritice. Argilele montmorillonitice şi bentonitele sînt asociate unor formaţiuni vulcano-sedimentare sau sedimentare marine. Argilele illitice sînt proprii bazinelor marine.

**Semnificaţii petrogenetice.** Argilele reziduale (caolinitice) sugerează fenomene de alteraţie exogenă în condiţiile unui climat cald şi umed; caolinitul este stabil în medii cu *p*H acid. Argilele montmorillonitice sînt stabile în condiţiile unui mediu alcalin (marin sau lagunar), cu $pH>8$. Unele varietăţi (bentonitele) reflectă procese de halmiroliză ale unui material piroclastic. Argilele illitice reflectă condiţii slab alcaline.

## 2.2.2. ARGILITE

=şisturi argiloase* — ardoise (Fr.)
— slate (Engl.)
— Schieferton (Germ.)

*Roci pelitice compacte, uneori cu stratificaţie clară şi tendinţă de a se desface în plăci; sînt argile intens diagenetizate (deshidratate şi uneori recristalizate).*

**Textură:** pelitică fină.

**Structură mecanică.** Microstratificaţii şi lamine evidente. Mai rar cu structură organogenă. În masa rocii se dezvoltă plane (clivaje) subparalele cu stratificaţia, de-a lungul cărora roca se desface în plăci (fig. 2.30).

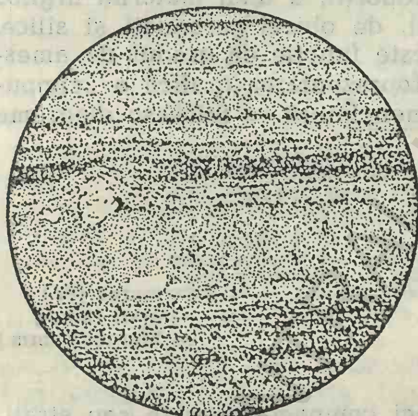


Fig. 2.30. Argilit

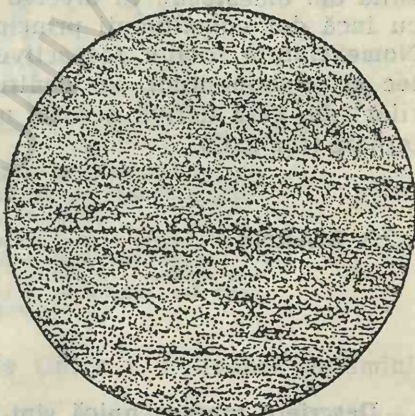


Fig. 2.31. Şist arenaceu

**Constituenţi mineralogici:** Constituenţi a u t i g e n i: minerale argiloase, silice, calcit etc. Constituenţi a l o g e n i: cuarţ, mice, feldspaţi, minerale grele, bioclaste. (vezi detalii în capitolul referitor la argile).

**Transformări diagenetice.** Recristalizări şi deshidratări, determinate de o compactizare avansată. Natura modificărilor mineralogice poate fi identică cu cea a argilelor (vezi aceste roci).

* Uneori folosit în sens de argilit.

**Ocurenţă.** Argilitele sînt asociate seriilor sedimentare marine, de obicei terigene, care au suferit o îngropare avansată.

**Semnificaţii petrogenetice.** Reflectă presiuni litostatice mari şi trecerea depozitelor prin condiţii care au permis fenomene de deshidratare.

## 2.2.3. ROCI DE TRANZIŢIE (mixte)

Modificarea compoziţiei granulometrice şi mineralogice a rocilor argiloase conduce la apariţia unor tipuri de tranziţie spre psamite şi aleurite, pe de o parte, şi spre calcare şi silicolite, pe de altă parte.

Din punct de vedere mineralogic, rocile argiloase „mixte" rezultă din amestecul, în diverse proporţii, a unui material argilos cu încă doi constituenţi principali, de obicei carbonaţi şi silice. Nomenclatura rocilor respective este funcţie de gradul de amestec al componenţilor, iar pentru reprezentarea grafică a „cîmpurilor" din care derivă această nomenclatură se folosesc diagrame ternare (fig. 2.32).

## 2.2.3. MARNE

— marne (Fr.)
— marl (Engl.)
— Mergel (Germ.)

**Descriere macroscopică** sînt roci compacte, masive sau stratificate, cu culori variate: cenuşiu deschis, brun, brun-gălbui, roşu. Cu cît gradul de compactizare a rocii este mai mare, cu atît asemănarea cu argilitele (vezi aceste roci), este mai evidentă.

**Textură:** pelitică, fină; particule angulare şi subangulare.

**Structură.** În rocă se întîlnesc, în proporţii variabile, structuri mecanice şi chimice, adesea omogene, dar uneori cu microstratificaţii sau lamine (aceste aspecte, însoţite de un grad avansat de compactizare şi deshidratare, conduc la şisturi).

**Constituenţi mineralogici.** Constituenţii a u t i g e n i sînt identici cu cei ai argilelor, dar la care se adaugă carbonaţi (calcit, uneori siderit sau dolomit), diseminaţi printre mineralele argi-

loase. Mai frecvent decît în argile apar anhidrit, gips, baritină, celestină, glauconit, sare gemă, care determină varietăţi mineralogice: *marne salifere, marne gipsifere, marne glauconitice* etc. Constituenţii alogeni sînt, de asemenea, identici cu cei din

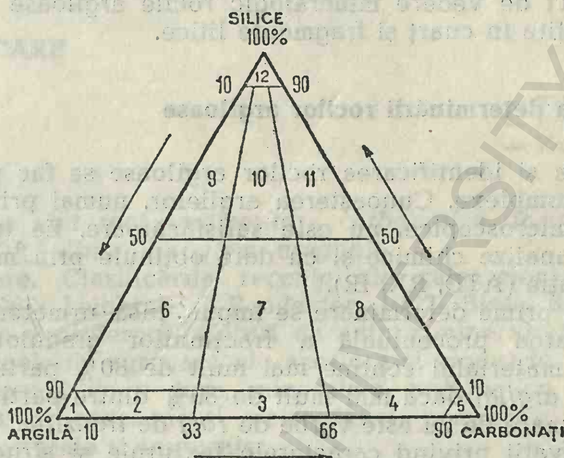



Fig. 2.32. Diagramă ternară argilă-silice-carbonaţi. Nomenclatura termenilor de tranziţie (după Scolari, Lille, 1973):

*1* — argilă; *2* — argilă calcaroasă; *3* — marnă; *4* — calcar argilos; *5* — calcar; *6* — argilă silicioasă; *7* — marnă silicioasă; *8* — calcar silicios; *9* — silicolit argilos; *10* — silicolit marnos; *11* — silicolit calcaros; *12* — silicolit

argile; de obicei, însă, bioclastele sînt mai frecvente (foraminifere, echinoderme, moluşte etc.).

**Transformări diagenetice** specifice: recristalizarea carbonaţilor.

**Ocurenţă.** Formează depozite interstratificate în serii marine terigene cau carbonatice.

**Semnificaţii petrogenetice.** Reflectă o participare mai mare a proceselor de precipitare chimică decît argilele.

Atunci cînd în rocile argiloase, alături de material pelitic, participă în proporţii mai mari de 20% material aleuritic şi/sau psamitic, rocile respective capătă un caracter de tranziţie spre aleurite (siltite) şi psamite (arenite).

Nomenclatura adoptată are în vedere proporţia de participare a constituenţilor, astfel (v. fig. 2.15): *argilă nisipoasă* (20—50%

nisip; 15% silt); *argilă prăfoasă* (20—50% silt; 15% nisip); *argilă aleurito-nisipoasă* (<70% argilă; 15% nisip; >15% silt).

Prezența materialului aleuritic și psamitic în rocile argiloase contribuie la scăderea gradului de sortare a acestora.

Din punct de vedere mineralogic rocile argiloase de tranziție sînt îmbogățite în cuarț și fragmente litice.

### Metodica determinării rocilor argiloase

Studierea și identificarea rocilor argiloase se fac prin metode variate și complexe. Cunoașterea argilelor, numai prin observații macro- și microscopice, nu este satisfăcătoare. Ea trebuie completată cu analize chimice și cu date obținute prin metode fizice de investigație (ATD, RX, IR).

Pentru o primă determinare se impun, însă, următoarele:

1. Estimarea procentuală a fracțiunilor granulometrice din rocă. Dacă materialul conține mai mult de 80% particule sub 2μ roca este o *argilă*; dacă mai mult de 80% dintre particule au diametrul mai mare de 2μ este vorba de *roci de tranziție*.
2. Observații privind caracterele texturale și structurale: masivitatea (omogenitatea) rocilor, stratificația și prezența clivajului. Funcție de aceste criterii se deosebesc următoarele tipuri structurale de argile: *argile masive, argile stratificate, argilite*.
3. Estimarea conținutului de $CaCO_3$ pentru separarea argilelor de rocile mixte — *marne*. Din acest punct de vedere se consideră marne rocile care fac efervescență cu HCl.
4. Determinarea tipului mineralogic de argilă. Studiul constituenților prin metode optice și metode fizico-chimice, stabilirea frecvenței mineralelor argiloase și atribuirea diagnosticului: *argile caolinitice, argile montmorillonitice, argile illitice, argile polimictice* (vezi tab. 37).

## 2.3. ROCI CARBONATICE

Sînt roci sedimentare poligene constituite din minerale carbonatice în proporție de peste 50% (calcit, aragonit, dolomit, siderit, ankerit, magnezit etc.) și subordonat din minerale necarbonatice alogene (cuarț, calcedonie, minerale argiloase, mice etc.) și autigene (feldspați, fosfați, oxizi de fier etc.).

În funcție de natura mineralului carbonatic predominant (calcit, aragonit sau dolomit) și de participarea fracțiunii necarbonatice se deosebesc: calcare, dolomite și roci de tranziție.

### 2.3.1. CALCARE

— calcaire (Fr.)
— limestone (Engl.)
— Kalkstein (Germ.)

*Calcarele sînt roci sedimentare carbonatice, formate preponderent (>50%) din calcit și/sau aragonit.*

**Clasificare.** Clasificările recente ale calcarelor (Folk, 1959; Dunham, 1962; Leighton și Pendexter, 1962; Bissel și Chillingar, 1967) iau în considerare, alături de natura mineralogică a carbonaților, formele de agregare ale acestora și modul lor de formare. Din acest punct de vedere, mineralele carbonatice participă la alcătuirea unor constituenți petrografici complecși, cu variate aspecte structurale și texturale:

— *alocheme* („elemente figurate"), corpuscule calcaroase formate autigen în cadrul bazinului de sedimentare;

— *extraclaste* (litoclaste calcaroase), corpuscule calcaroase de natură alogenă (terigenă sau detritică);

— *ortocheme* (liante), reprezentînd cimentul sau matricea carbonatică din rocile calcaroase formate prin procese chimice.

Formarea acestor constituenți este controlată de procese de precipitare chimică și biochimică și de procese de acumulare mecanică.

Participarea organismelor fosile în rocile calcaroase este deosebită și justifică separarea unei categorii genetice și petrografice aparte.

După aceste criterii clasificarea calcarelor poate fi, următoarea:

Calcare de precipitație
- Calcare omogene (fingranulare)
- Calcare alochemice (corpusculare)

Calcare biogene
- Calcare bioacumulate
- Calcare bioconstruite

Calcare „clastice" (mecanice sau detritice)
- Calcirudite
- Calcarenite
- Calcilutite

**Calcare de precipitaţie**

Procesul de precipitare chimică şi biochimică a carbonaţilor de calciu conduce fie la acumulări omogene masive, cu diverse grade de cristalinitate, fie la realizarea unor constituenţi petrografici (alocheme), cu diverse aspecte morfologice, legaţi prin intermediul unui liant (ortocheme).

## 2.3.1.1. CALCARE FIN GRANULARE

=micrit
=calcar micritic
=calcar litografic

— calcaire lithographique (Fr.)
— litographic limestone (Engl.)
— lithographischer Kalk (Germ.)

*Roci carbonatice fin granulare, omogene, cu conţinut foarte scăzut* (sub 10% după R. Folk, 1959) *sau lipsite de „elemente figurate", formate prin procese de precipitare chimică şi biochimică.*

**Descriere macroscopică.** Reprezintă roci omogene, compacte, larg sau fin cristalizate (de multe ori neobservabil cu ochiul liber), de culoare albă, galbenă, cenuşie, neagră sau roşie. De obicei sînt lipsite de resturi organice. Se prezintă în bancuri cu microstratificaţii şi frecvente diaclaze de calcit.

*Tabelul 38*

**Clasificarea calcarelor fin granulare (omogene)**

| Dimensiuni (mm) | Denumirea rocii | | Categorii texturale |
|---|---|---|---|
| | SPARIT | foarte larg cristalin | macrocristalin |
| 2,00 | | | |
| | | larg cristalin | mezocristalin |
| 0,063 | | | |
| | | sparit | paurocristalin |
| 0,008 | | | |
| | | microsparit | microcristalin |
| 0,004 | | | |
| | MICRIT | automicrit (calcar micritic) | criptocristalin |

**Textură.** Cristalinitatea calcarelor omogene poate varia în limite largi și constituie o bază a clasificării acestora. Nomenclatura diverselor categorii de cristalinitate (în sistemul Wentworth) este prezentată în tabelul 38.

Dimensiunile cristalelor se reflectă la microscop prin gradul de transparență al materialului. Micritul, reflectînd lumina transmisă, are tendința de a apare opac, cu tente brune, cenușii sau negricioase, iar sparitul, format din cristale vizibile, este transparent și, cînd nu conține incluziuni, este limpede (fig. 2.33, 2.34).

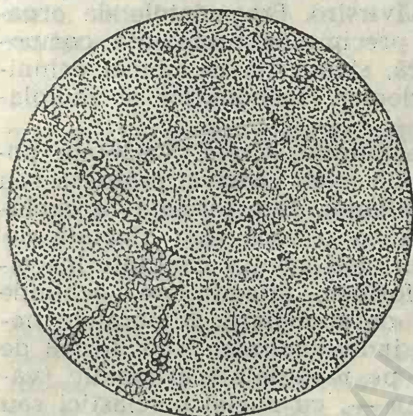


Fig. 2.33. Calcar micritic (micrit)

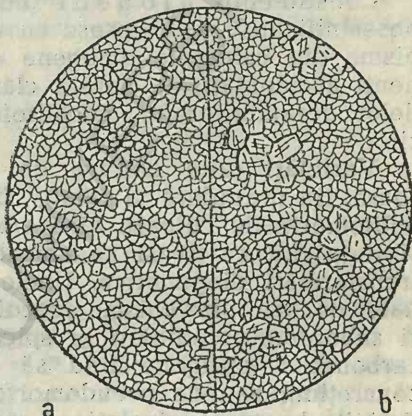



Fig. 2.34. Calcar sparitic: *a* — sparit echicristalin, *b* — sparit inechicristalin

Atît în micrite cît și în sparite, cristalele sînt în mod obișnuit lipsite de conture cristalografice.

**Structură.** Structura de precipitație chimică este cel mai frecvent întîlnită și se reflectă în omogenitatea și cristalinitatea materialului. Sparitele, cu structuri de precipitație *(ortosparite)*, ocupă în special diaclazele și cavitățile calcarelor omogene. Prin modificări postdepoziționale, materialul inițial micritic poate recristaliza în sparit *(pseudosparit)*, conducînd la structuri diagenetice caracterizate prin diverse aspecte morfologice.

**Constituienți mineralogici.** Constituenții autigeni sînt reprezentați prin carbonați și minerale necarbonatice. Mineralele carbonatice primare sînt reprezentate prin calcit (60—90%) și uneori prin aragonit. Acesta din urmă poate forma centre în masa micritelor, în jurul cărora apar recristalizări (sparite in-

forme). Mineralele necarbonatice sînt mult subordonate şi reprezentate în special prin: calcedonie, opal, feldspaţi, glauconit, fosfaţi, pirită şi oxizi de fier. Calcedonia şi opalul se concentrează în nodule sau concreţiuni sferulitice. Feldspaţii, de obicei albitul şi mai rar microclinul, formează cristale idiomorfe (∅≃0,01 mm), cu incluziuni de calcit; glauconitul apare globular sau ca pigment. Fosfaţii sînt difuzi sau concreţionari. Pirita se întîlneşte sub formă de cuburi idiomorfe, iar oxizii de fier ca pigment sau concreţiuni.

Constituenţii alogeni (cuarţ, mice, minerale argiloase) sînt nesemnificativi sau lipsesc cu desăvîrşire. Fragmentele de organisme din calcarele omogene de precipitaţie reprezintă componenţi accidentali, de natură clastică; şi aparţin de obicei echinidelor, foraminiferelor, cocolitoforideelor, spongierilor şi radiolarilor.

**Varietăţi** (alte calcare de precipitaţie). *Creta.* Varietate poroasă, fin granulară şi relativ friabilă (slab coezivă, prăfoasă sau pelitomorfă de culoare albă sau gălbuie). Este formată în exclusivitate din calcit şi se consideră ca o rocă slab afectată de transformări diagenetice. Unele varietăţi conţin cantităţi însemnate de microorganisme (cocolitoforidee, foraminifere, echinide şi subordonat radiolari şi spiculi de spongieri). Mineralele necarbonatice autigene tind să se individualizeze sub formă de concreţiuni sau ca pseudomorfoze pe materialul carbonatic (varietăţile bogate în fosfaţi — colofan —, cu nuclei bioclastici sau globule limpezi, cu texturi concentrice formează *creta fosfatică*).

*Calcare sapropelice.* Reprezintă micrite cu conţinut ridicat de substanţă organică. Au culoarea neagră (în spărtură proaspătă) sau albicioasă (pe suprafeţele de alterare). Prezintă microstratificaţii şi structuri de tip varve.

*Travertine.* Sînt roci de precipitaţie de culoare galbenă, cu structură cavernoasă, formate din aragonit şi/sau calcit. Sînt poroase şi de aceea uşoare; înglobează, adesea, resturi de plante şi fragmente de roci, care reprezintă suportul pe care au precipitat carbonaţii. În depozitele vechi formează bancuri cu stratificaţie vizibilă.

*Sintere.* Depozite carbonatice cu texturi fibroase, foliare sau pisolitice, precipitate din izvoare calde.

*Stalactite* şi *stalagmite.* Formaţiuni carbonatice calcitice sau aragonitice depuse în mediul speleean. Adesea au texturi concentrice, fibroase şi radiare.

**Transformări diagenetice.** Prin diageneză, calcarele micritice suferă uneori fenomene de recristalizare *(pseudosparite).* Prezenţa

dolomitului alături de calcit în unele micrite reflectă procese secundare de substituţie (dolomitizare). Rocile carbonatice, formate iniţial din aragonit, tind, prin diageneză, să treacă în calcit.

**Ocurenţă.** Micritele apar adesea sub formă de bancuri intercalate în marne şi argile, din depozite de platformă sau de fose cu fundament eusialic. Alteori, apar interstratificate cu vulcanite submarine. Travertinul, sinterele, stalactitele şi stalagmitele se întîlnesc în domeniul continental.

**Semnificaţii petrogenetice.** Calcarele omogene reflectă condiţii prielnice de precipitare a carbonaţilor în mări cu salinitate normală, situate în zone calde. De obicei, corespund unor adîncimi moderate de depunere.

### 2.3.1.2. CALCARE ALOCHEMICE

*Roci carbonatice alcătuite din corpuscule calcaroase diverse (alocheme), legate prin intermediul unui liant (ortocheme), care poate fi matrice sau ciment.*

Termenul *alochem* se referă la natura autigenă a carbonaţilor care intră în alcătuirea corpusculilor şi este sinonim cu cel de „elemente figurate". Illing (1954) şi R. Folk (1959) descriu următoarele tipuri de alocheme: *intraclaste, bioclaste, corpuscule învelite* (=coated grains), *corpuscule peletale* şi *corpuscule compozite* (lumpuri) (tabelul 39).

Intraclastele reprezintă fragmente de resedimentare, intraformaţionale, provenite prin ruperea unor sedimente calcaroase consolidate în cadrul ariei de sedimentare; ele se caracterizează prin forme angulare, neregulate şi suprafeţe care intersectează elementele de structură internă.

Bioclastele grupează testurile şi scheletele de organisme, indiferent de gradul lor de dezagregare şi de natura mineralogică a acestora.

Corpuscule învelite (=coated grains) sau granulele cu învelişuri grupează totalitatea componenţilor petrografici formaţi dintr-un nucleu central, învelit de una sau mai multe zone (pături) concentrice, de natură carbonatică, indiferent de structura şi natura lor: oolite, pisolite, corpuscule cu anvelope micritice. În sens restrîns, termenul de *oolit* (ooid) defineşte corpusculi sferici sau elipsoidali cu diametrul peste 2 mm, formaţi dintr-un nucleu central (fragment fosil, granul de cuarţ etc.) şi un înveliş

Tabelul 39

**Clasificarea și nomenclatura calcarelor alochemice**

| CONSTITUENȚI PETROGRAFICI | | | TIPURI LITOLOGICE | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ALOCHEME (CORPUSCULI) | ORTOCHEME (LIANTE) | % / criterii: | Natura alochemelor | Natura liantului: micrit / sparit |
| Intraclaste | [figură] | MICRIT < 4 μ; SPARIT > 4 μ | > 25 % | Calcare intraclastice | intramicrit / intrasparit |
| Oolite | [figură] | | > 25 % | Calcare oolitice | oomicrit / oosparit |
| Pelete | [figură] | | $\frac{Pel}{Bio} = \frac{3}{1}$ | Calcare peletale | pelmicrit / pelsparit |
| Bioclaste | [figură] | | $\frac{Pel}{Bio} = \frac{1}{3}$ | Calcare bioclastice | biomicrit / biosparit |
| Lumpuri | [figură] | | | Calcare lumpale | |

carbonatic cu textură concentrică şi/sau fibros-radiară. (Termenul de *pisolit* (oncoid) se referă la forme similare, dar cu diametrul peste 2 mm.

P e l e t e l e sînt corpuscule sferice sau ovoidale, omogene, cu textură criptocristalină şi lipsite de granul central; s-au format prin procese de acreţionare şi aglutinare. Tipuri: pelete fecale, pelete algale.

L u m p u r i l e sau agregatele de corpuscule au contur lobat şi sînt formate prin cimentare algală, bacteriană sau chimică; suprafaţa lor mulează elemente de structură internă (v. fig. 2.40).

**Lianţii** (ortochemele) acestor variate tipuri de constituenţi petrografici pot fi reprezentaţi prin: m i c r i t — matrice criptocristalină „opacă" ($\varnothing < 4\,\mu$), de natură singenetică, considerată a reprezenta un mîl calcaros format la suprafaţa sedimentului; s p a r i t — de obicei un ciment de precipitare sau recristalizare, în care cristalele cu diametrul peste 4 $\mu$ sînt transparente.

**Clasificare şi nomenclatură.** Clasificarea şi nomenclatura calcarelor alochemice are la bază natura elementelor figurate şi natura liantului (fig. 2. 35).

Definirea lor se face pe baza elementelor figurate predominante, alegîndu-se, pentru aceasta, valoarea de 25% ca limită inferioară a participării lor în rocă (de exemplu: rocile cu mai mult de 25% intraclaste se definesc *calcare intraclastice*, cele cu peste 25% oolite, *calcare oolitice)*. Pentru precizarea calcarelor peletale şi a celor bioclastice se ia în considerare raportul dintre pelete şi bioclaste: 3/1 şi respectiv 1/3, faţă de un conţinut de intraclaste şi oolite mai mic de 25%. Pentru rocile cu participare variată a elementelor figurate se foloseşte denumirea generală de *calcar alochemic* (corpuscular). Termenii de tranziţie reflectă stări naturale şi se realizează între toate elementele figurate luate în discuţie.

Natura liantelor poate fi indicată prin sufixul *oo*, de exemplu: *oomicrit* — sinonim cu calcar oolitic cu liant micritic; *oosparit* — sinonim cu calcar oolitic cu ciment sparitic etc. (vezi tab. 42).

**Descriere macroscopică.** Calcarele alochemice, datorită marii lor varietăţi şi dimensiunilor mici pe care le au elementele figurate, sînt greu de diagnosticat macroscopic. Sînt roci compacte, dar eterogene din punct de vedere textural şi structural. Culoarea lor, de obicei galbenă sau albă, poate fi modificată de prezenţa oxizilor şi hidroxizilor de fier (în roşu), a substanţei organice şi bituminoase (în negru) etc. În cazul prezenţei unor „elemente figurate" cu dimensiuni >2 mm, calcarele intraclastice se recu-

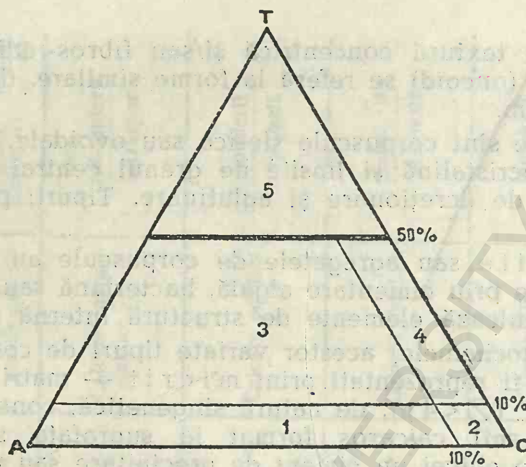



Fig. 2.35, a. Diagramă ternară pentru clasificarea rocilor carbonatice (după Folk, 1959):

*A* — alocheme; *O* — ortocheme; *T* — material terigen; *1* — calcare alochemice; *2* — micrite, sparite, dolomicrite, dolosparite; *3* — calcare alochemice cu material terigen; *4* — micrite argiloase, dolomicrite siltitice etc.; *5* — roci terigene (clastice)

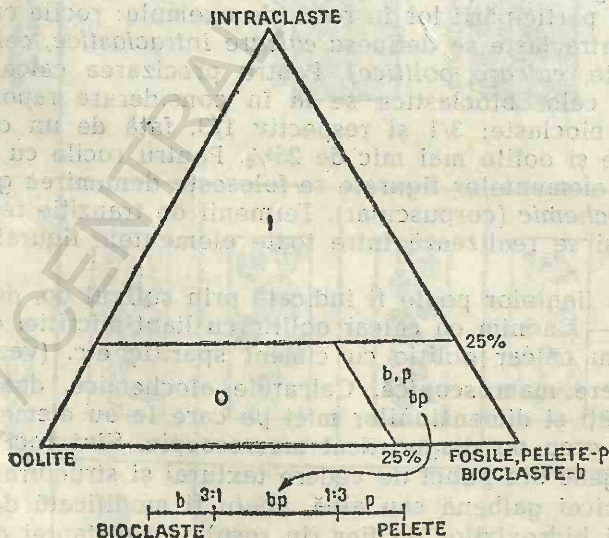



Fig. 2.35. b. Diagramă ternară pentru clasificarea calcarelor alochemice (după Folk, 1959):

*I* — intramicrite, intrasparite; *O* — oomicrite oosparite; *b* — biomicrite, biosparite; *p* — pelmicrite, pelsparite *bp* — biopelmicrite, biopelsparite

nosc prin aspectul lor brecios, calcarele bioclastice prin frecvenţa resturilor fosile, calcarele oolitice şi peletale prin texturile caracteristice.

**Textură.** Textura calcarelor alochemice se apreciază diferenţiat pentru „elementele figurate" (corpusculi) şi pentru liant. Astfel, corpusculii aparţin categoriilor granulometrice arenit şi rudit şi au diametrul 0,063 mm şi respectiv 0,2 mm. Fiecare tip petrografic poate fi caracterizat prin corpusculi aparţinînd unei aceleiaşi categorii granulometrice — *roci echigranulare* (de obicei calcarele oolitice) sau, ambelor categorii — *roci inechigranulare* (de obicei calcarele intraclastice, peletale şi bioclastice). Forma corpusculilor este o funcţie directă a naturii lor genetice:

— calcarele intraclastice au elemente figurate angulare cu aspect brecios (fig. 2.36);

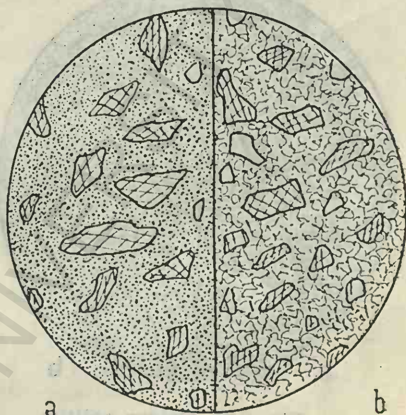


Fig. 2.36. Calcar intraclastic: *a* — intramicrit; *b* — intrasparit

— calcarele oolitice se caracterizează prin texturi tipice oolitice sau pisolitice, concentrice (zonare) şi fibros radiare (fig. 2.37);

— forma peletelor este foarte diversă, uneori sferică, ovoidală sau neregulată, cu texturi microcristaline grăunţoase şi acreţionare (fig. 2. 38).

L i a n t u l prezintă texturi cu diverse grade de cristalinitate, de la criptocristalin (micrit), prin microcristalin, la larg cristalin (sparit).

**Structură.** Structurile calcarelor alochemice sînt variate şi reflectă, pe de o parte, modul lor de formare, iar pe de altă parte modificările lor postdepoziţionale. Structurile mecanice caracterizează calcarele intraclastice. Structurile organogene sînt prezente ori de cîte ori apar bioclaste. Calcarele oolitice şi peletale se caracterizează prin structuri de precipitaţie. Fiecare din elementele figurate ce caracterizează calcarele alochemice pot suferi procese de recristalizare (recunoscute prin apariţia pe fond micritic a unor pseudosparite) şi procese de substituţie (silicifieri, dolomitizări, limonitizări, piritizări). Structurile realizate sînt diagenetice şi caracterizează, pe lîngă alocheme, şi ortochemele. Relaţiile

dintre alocheme și ortocheme sînt caracterizate prin structuri bazale și structuri de pori.

**Constituenţi mineralogici.** Constituenţii a u t i g e n i sînt reprezentaţi prin minerale carbonatice primare (calcit și aragonit) și

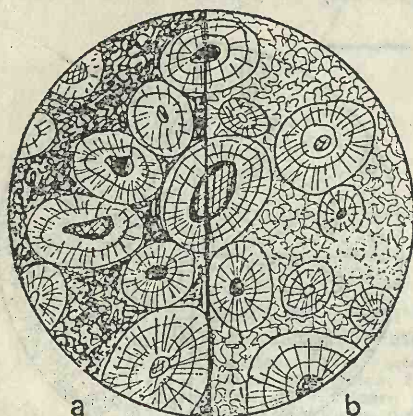



Fig. 2.37. Calcar oolitic:
*a* — oomicrit; *b* — oosparit

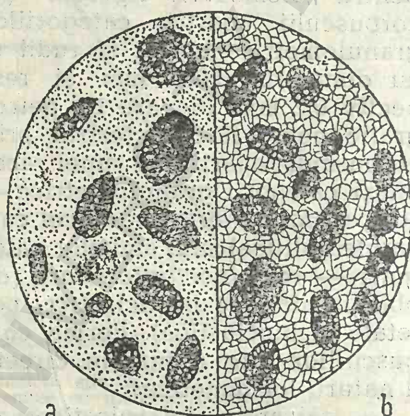



Fig. 2.38. Calcar peletal:
*a* — pelmicrit, *b* — pelsparit

minerale secundare (dolomit). Calcitul și calcitul slab magnezian (<10% $MgCO_3$) intră în alcătuirea alochemelor și ortochemelor din depozitele vechi. Aragonitul este propriu oolitelor actuale, anumitor categorii de bioclaste și calcarelor oolitice vechi, fără modificări postdepoziţionale evidente. Alături de formele prismatice radiare se poate prezenta microcristalin sau cu dispoziţie concentrică. Mineralele necarbonatice (calcedonie, opal, glauconit, fosfaţi, limonit, feldspaţi) apar, de obicei, ca neoformaţii, rezultînd prin procese de diageneză și epigeneză. Ele pot substitui atît alochemele cît și liantul.

Componenţii a l o g e n i sînt reprezentaţi prin extraclaste carbonatice, cuarţ, mice, minerale argiloase, feldspaţi detritici și minerale grele (ilmenit, zircon, granaţi, rutil, turmalină ș.a.). Creșterea cantitativă a acestor granule marchează apariţia unor termeni de tranziţie spre calcarele detritice sau rocile clastice.

**Transformări diagenetice.** Principalele modificări postdepoziţionale ale calcarelor alochemice constau în:

— recristalizarea materialului micritic din constituţia intraclastelor, bioclastelor sau peletelor;

— micritizarea bioclastelor şi oolitelor;

— trecerea aragonitului în calcit (se produce de obicei în oolite, şi este însoţită de apariţia unor cristale fibros-radiare, care pot depăşi suprafaţa oolitului);

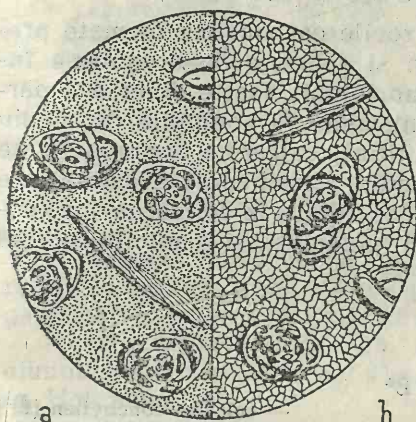



Fig. 2.39. Calcar bioclastic:
*a* — biomicrit; *b* — biosparit

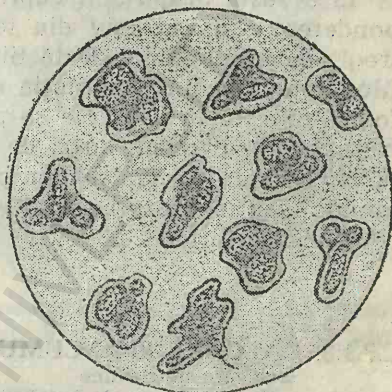


Fig. 2.40. Lump-uri

— pseudomorfoze ale alochemelor, prin dolomit (dolomitizare), silice (silicifiere), fosfaţi (fosfatizare), limonit (limonitizare).

**Ocurenţă.** Calcarele alochemice se întîlnesc în asociaţii litologice de platformă, reprezentînd variaţii laterale ale faciesurilor recifale sau apărînd ca secvenţe carbonatice, alături de depozite fosfatice, glauconitice sau cuarţ-arenitice. Cele mai frecvente sînt calcarele peletale, bioclastice şi oolitice. Calcarele intraclastice şi cele lumpale au o răspîndire limitată.

**Semnificaţii petrogenetice.** Calcarele alochemice reprezintă depozite de adîncime mică, formate în ape cu salinitate normală, suprasaturate în $CaCO_3$, din zone tropicale şi subtropicale (excepţie fac calcarele bioclastice, care pot forma acumulări şi în zonele temperate). Calcarele intraclastice reflectă medii agitate, probabil cu curenţi de turbiditate, care favorizează fragmentarea mecanică a nivelelor superficiale din sedimentele consolidate. Oolitele se formează de obicei în medii agitate, aerate, suprasaturate în $CaCO_3$, dar au fost întîlnite şi în zone lagunare (liniştite). Pentru deducerea mediului de formare trebuie cercetată aso-

ciaţia de particule din rocă. Peletele indică întotdeauna medii liniştite. Lumpurile implică existenţa unor medii agitate şi reflectă, de multe ori, participarea unor organisme.

## CALCARE ORGANOGENE (BIOGENE)

În această grupă sînt cuprinse rocile carbonatice formate preponderent sau exclusiv din testuri şi schelete de organisme întregi sau fragmentate. Dată fiind morfologia foarte diversă a părţilor minerale din constituţia organismelor şi condiţiile de mediu foarte diferite în care ele se pot litifica, calcarele organogene se prezintă într-o gamă largă de varietăţi. Clasificarea acestora, are la bază natura organismelor care contribuie la formarea lor (coloniale sau solitare-bentonitice şi pelagice), şi implicit procesul prin care se formează.

### 2.3.1.3. CALCARE BIOACUMULATE*

=calcare bioclastice
(V. şi calcare alochemice)
=calcar „scheletal"

— calcaire conchylien (Fr.)
— conquina (Engl.)
— Muschelkalk (Germ.)

*Roci carbonatice organogene formate preponderent sau exclusiv din fragmente sau testuri şi schelete întregi aparţinînd unor organisme sedentare, bentonice sau pelagice.*

**Descriere macroscopică.** Sînt roci eterogene, foarte variate ca aspect, în funcţie de natura fragmentelor constituente şi de dimensiunile lor. Se prezintă cu diferite grade de coerenţă şi porozitate, după cum reprezintă depozite mai slab sau mai intens diagenizate. Culoarea lor, de obicei albă sau gălbuie, este modificată de prezenţa impurităţilor feruginoase sau argiloase.

**Textura** reflectă atît trăsăturile constituenţilor organogeni cît şi ale liantului lor. Dimensiunile bioclastelor sînt o funcţie a naturii organismelor şi a gradului de dezagregare a părţii scheletice. Aspectele inechigranulare şi lipsa sortării sînt foarte caracteristice.

---

* Termenul de „calcar bioacumulat" este folosit restrictiv de Carozzi (1960), pentru a defini depozitele calcaroase formate din organisme sedentare, dar nu coloniale.

Microtextura, microstructura şi morfologia scheletelor şi testurilor de natură minerală constituie un bun criteriu pentru recunoaşterea lor. Astfel, se pot identifica următoarele aspecte:

1. Aspecte c r i p t o c r i s t a l i n e, omogene, întîlnite în următoarele tipuri de microstructuri şi organisme:

— microstructuri *celulare* în „scheletele" algelor codiacee (g. Halimeda) şi coralinacee (g. Lithothamnium — celule de 10—30 μ cu dispoziţie liniară);

— microstructuri *reticulare* în canaliculele calcispongilor;

— microstructuri *laminare* cu lăţimea laminelor de 0,1—0,4 mm în stromatopore;

— microstructuri *globulare* cu camere de diferite forme, dispoziţii şi dimensiuni (0,05—0,2 mm) alcătuiesc testul foraminiferelor inperforate (miliolide, alveolinide).

2. Aspecte f i b r o a s e cu dispoziţia cristalelor tangenţial sau radiar în raport cu suprafaţa scheletelor, valvelor sau testelor organismelor, caracteristice pentru:

— *structurile celulare* ale briozoarelor (formate din camere alungite sau circulare cu diametrul de 0,1—0,4 mm), şi algelor (g. Halimeda);

— structurile celulare ale coralilor (camere cu diametrul = 0,2—1 mm), gasteropodelor (diametrul exterior al peretelui = 1 mm), foraminiferelor perforate — fusulinide, rotalide, orbitoide, numuliţi (cu diametrul exterior = 0,5—35 mm);

— *cochiliile* (valvele) formate din lamine tangenţiale sau oblice cu grosime de 0,1—1 mm (la lamellibranhiate şi branhiopode) şi din lamine încrucişate (la gasteropode); valvele fără laminaţie distinctă sînt caracteristice ostracodelor (diametrul exterior = 0,5—4 mm) şi calpionelelor (diametrul exterior = 0,01—0,06 mm);

— *secţiunile circulare* ale belemniţilor (grosimea peretelui = = 3—10 mm), tentaculiţilor (grosimea peretelui = 0,1 mm) şi spiculilor de brahiopode.

3. Aspecte m i c r o - şi m a c r o c r i s t a l i n e caracteristice plăcilor de echinoderme (care apar sub formă de monocristale neregulate de 0,2—2 mm) şi spinilor de echinide; formele ramificate sînt caracteristice algelor dasycladacee şi codiacee.

**Structura** organogenă este frecventă şi uşor de recunoscut, atît macroscopic cît şi microscopic. Microstructura scheletelor şi testurilor de natură minerală este adesea specifică şi poate avea caracter de diagnostic (vezi şi la textură). Structurile mecanice sînt proprii fragmentelor şi granulelor clastice, iar structurile de re-

cristalizare sînt locale și caracterizează schelete întregi sau porțiuni ale lor (fie periferice, fie interne).

**Constituenți organogeni și mineralogici.** Tipurile organismelor care intră în constituția calcarelor bioacumulate este foarte variată și determină principalele varietăți petrografice. Astfel,

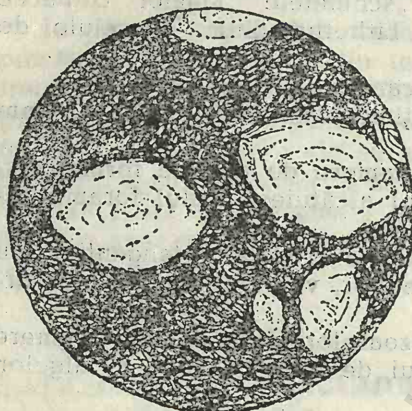


Fig. 2.41. Calcar bioacumulat cu foraminifere



Fig. 2.42. Calcar bioacumulat cu lamellibranhiate

funcție de grupele sau speciile de organisme care intră în constituția lor se deosebesc: *calcare cu foraminifere (cu numuliți, cu orbitoline, cu miliolide* etc.), *calcare cu brahiopode, calcare cu ostracode, calcare cu lamellibranhiate (calcare cu inocerami, calcare cu rudiști), calcare cu gasteropode, calcare cu amoniți, calcare cu echinide (calcare cu entroce=encrinite)* (fig. 2. 41, fig. 2. 42).

Scheletele sau fragmentele respective sînt subordonate liantului carbonatic. Acumulările masive de resturi organice, indiferent de natura lor, legate printr-o cantitate mică de ciment, poartă denumirea de *lumașel*. Acumulările mobile constituie *falune*.

În constituția mineralogică a testurilor și scheletelor participă frecvent calcit, aragonit și, mai rar, protodolomit și vaterit (tabelul 40).

Dintre constituenții alogeni care pot intra în constituția calcarelor bioacumulate, în diverse proporții, se menționează: granule detritice de cuarț, mice, feldspați, minerale argiloase și minerale grele (turmalină, zircon, granat).

L i a n t u l are adesea o textură micritică (de natură detritică; prin diageneză capătă diverse grade de cristalinitate; alteori este de natură chimică (ortosparit).

*Tabelul 40*

**Constituția mineralogică a scheletelor principalelor grupe de organisme (din Horowitz-Potter, 1971)**

| Minerale / Grupe de organisme | Alge | Protozoare | Spongieri | Celenterate | Briozoare | Brahiopode | Moluște | Artropode | Echinoderme | Hemicordate |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Carbonați* | | | | | | | | | | |
| — Aragonit | × | × | | × | × | | × | × | | × |
| — Calcit | × | × | × | × | × | × | × | × | × | |
| — Aragonit+Calcit | | | | × | × | | × | × | | |
| — Vaterit | | | | | | | × | | | |
| — Protodolomit | | | | | | | | | × | |
| Opal | × | × | × | | | | | | | |
| Dahlit | | | | | | | × | | | |
| Francolit | | | | | | | × | | | |
| Hidroxiapatit | | | | | | × | | | | |

**Transformări diagenetice.** Diageneza afectează masa rocii în ansamblu (bioclastele și liantul) fiind foarte semnificativă mai ales pentru transformările pe care le produce în bioclaste și anume: apariția învelișurilor (anvelopelor) micritice; recristalizarea calcitului magnezian în calcit slab magnezian și a aragonitului în calcit; dolomitizări, piritizări, limonitizări, silicifieri, fosfatizări.

**Ocurență.** Calcarele bioacumulate se întîlnesc alături de calcare detritice sau pot constitui varietăți laterale ale unor calcare bioconstruite. Formează asociații litologice cu unele gresii cuarțoase, în zonele platformei continentale.

**Semnificații petrogenetice.** Indică întotdeauna zone de acumulare de adîncime mică (zona litorală, tidală și platforma conti-

nentală). Studiul organismelor bentonice independente poate da indicații asupra salinității apelor și a zonelor climatice în care acestea au trăit.

### 2.3.1.4. CALCARE BIOCONSTRUITE

=biolitite (Folk, 1959)

— calcaire récifal (Fr.)
— reef limestone (Engl.)
boundstone (Dunham, 1962)
— Riffkalk (Germ.)

*Roci carbonatice cu structură complexă, alcătuite dintr-un cadru scheletic colonial și din materialul sedimentar de umplutură din spațiile interscheletice. Ele reprezintă produsele activității vitale a coloniilor de corali (calcare coraligene) alge (calcare algale) și de briozoare.*

**Descriere macroscopică.** Roci masive, neomogene, dar coerente, cu porozitate accentuată, determinată de prezența golurilor rămase între structurile organice. De obicei, sînt lipsite de stratificație evidentă. La nivel de eșantion se recunosc structuri laminare, ondulate, cu tranziții de la nivelele carbonatice fin granulate spre nivele algale și apoi bioclastice, fiecare marcate prin variația culorii de la alb-gălbui spre cenușiu deschis sau închis.

**Textură.** Gradul de cristalinitate a rocilor, foarte variabil — criptocristalin, microcristalin și chiar larg cristalin —, se reflectă prin texturi inechigranulare lipsite de sortare. Forma cristalelor, adesea xenomorfă, variază de la cea izometrică spre prismatic-fibroasă.

**Structură.** Calcarele bioconstruite au structuri mixte: organogene (de încrustare și de precipitare) pentru zonele scheletice sudate din recifi, și structuri mecanice pentru materialul sedimentar de umplutură. Structurile vacuolare și structurile „ochi de pasăre" (bird's eye) au caracter diagenetic. Structurile ochi de pasăre sînt date de calcitul spatic transparent, care umple cavitățile neregulate, alungite sau tubulare, rezultate în timpul litificării sau prin activitate vitală în cadrul recifului. Depunerile de calcit sînt considerate ca produse de încrustație a algelor. Structurile de recristalizare — diagenetice — afectează întreaga masă a rocilor de cele mai multe ori fără a șterge însă structurile organogene. Cele mai frecvente structuri organice sînt cele algale (stro-

matolitice[1] şi oncolitice[2]), structurile coraligene (tubicole şi celulare), structurile briozoarice (cilindrice şi lamelare).

**Constituenţi organogeni şi mineralogici.** Organismele coloniale ale căror testuri sau schelet contribuie la formarea calcarelor bioconstruite sînt coralii, algele şi briozoarele.

C o r a l i i prezintă centri de calcifiere şi structuri relicte ce lasă goluri umplute cu material micritic, provenit prin dezintegrarea coloniei. Scheletul este de obicei calcitic, iar umplutura micritică recristalizează adesea în aragonit fibros, ce continuă structurile radiare calcitice (fig 2.43.).

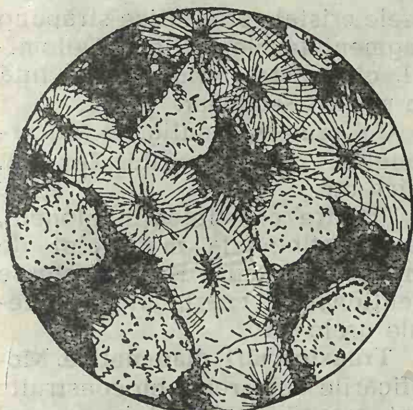


Fig. 2.43. Calcar coraligen



Fig. 2.44. Calcar algal

A l g e l e au structuri celulare evidente, spongioase, din calcit micro- şi criptocristalin, de multe ori dispus în cruste compacte, neregulate, ce contrastează cu liantul sparitic (fig 2.44.). Pulberea algală se deosebeşte greu de micrit.

B r i o z o a r e l e sînt organisme cu structuri tubicole coloniale şi celulare, avînd microstructuri laminare evidente (în secţiuni subţiri — pseudofibroase). Testul este format din calcit slab magnezian şi/sau aragonit.

Fragmentele de testuri şi schelete fosile aparţin la diverse organisme (foraminifere, brahiopode, moluşte, echinoderme) şi reprezintă bioclaste din materialul de umplutură.

---

[1] Stromatolite — depuneri organice sub formă de cruste continui, suprapuse, cu grosimi milimetrice sau centimetrice, produse de colonii algale stratiforme.

[2] Oncolite — corpuscule micritice (0,05—5 mm), cu structură concentrică de origine algală.

Calcitul este constituentul primar cel mai comun al calcarelor bioconstruite. Apare cripto- și microcristalin (0,025 mm) în testul organismelor sau în liant. De asemenea, este întîlnit sub formă de cristale prismatice radiare (divergente), depuse pe scheletul colonial sau pe fragmentele clastice. Limita dintre micrit și sparitul de recristalizare este adesea neregulată și reflectă natura diagenetică a acestuia din urmă. Unele cristale prismatice străpung fragmentele bioclastice. Dolomitul, cînd este întîlnit, reprezintă un produs secundar.



Fig. 2.45. Calcar recifal; aspect structural

Ca minerale autigene necarbonatice conțin: pirită, limonit, silice etc.

Dintre constituenții alogeni, care participă la materialul de umplutură alături de bioclaste, se menționează: cuarț, mice, minerale grele ș.a.

**Transformări diagenetice.** Modificările calcarelor bioconstruite sînt complexe și tind în general să șteargă structurile organice. Dintre acestea, trecerea aragonitului în calcit, creșterile epitaxiale, recristalizările matricei micritice și a învelișurilor micritice, formarea structurilor „bird's eye" și dolomitizările secundare sînt cele mai frecvente.

**Ocurență.** Calcarele bioconstruite sînt cele mai frecvente depozite în asociațiile litologice de șelf continental cu adîncime mică. Ele apar în relație cu diferite alte depozite carbonatice sau cu roci detritice, microconglomerate și gresii. Calcarele recifale trec lateral în calcare bioconstruite și acestea, la rîndul lor, în calcarenite sau calcirudite. Adesea, faciesurile grosiere ale calcarelor clastice se asociază cu depozite lateritice. Corpurile masive cu aspect de dom și dezvoltări pe verticală, fără stratificație evidentă, se definesc prin termenul de *bioherm*. În opoziție cu acesta, termenul de *biostrom* definește calcarele bioconstituite (de obicei algale) cu dezvoltare lenticulară și interstratificate în calcare bioacumulate.

**Semnificații petrogenetice.** În cele mai multe situații, calcarele bioconstruite reflectă medii de sedimentare cu adîncime mică (platforma continentală), bine aerate, cu ape agitate și situate în

zone climatice tropicale şi subtropicale, favorabile dezvoltării vieţii submarine.

## CALCARE CLASTICE (MECANICE)

=calcare alohtone — calcyrudyte, calcarenite (Fr.)
=calcare exogenetice — calcyrudyte, calcarenite (Engl.)
=calcare fragmentare (Nelson, 1962) — Kalzyrudyth, Körnigerkalk (Germ.)

*Rocile carbonatice formate din mai mult de 50% fragmente calcaroase de diverse categorii granulometrice şi variate naturi genetice, provenite prin acumulare mecanică şi legate prin intermediul unui liant.*

**Clasificare şi nomenclatură.** Clasificarea calcarelor clastice are la bază criteriul granulometric, folosind ca limită de dimensiuni

Categoriile granulometrice şi tipurile petrografice de calcare clastice *Tabelul 41*

| Dimensiuni (mm) | Categorii granulometrice | | Tipuri petrografice | Constituenţi: corpusculi | Constituenţi: liant |
|---|---|---|---|---|---|
| —4,0 | RUDIT | propriu zis | CALCIRUDITE | corpusculi ruditici >50% | <10% |
| —2,0 | | microrudit | | | |
| —1,0 | ARENIT | foarte grosier | | | |
| —0,50 | | grosier | CALCARENIT (grainstone, Dunham, 1962) | corpusculi arenitici > corpusculi ruditici | <10% |
| —0,25 | | mediu | | | |
| —0,125 | | fin | calcarenit lutaceu (wackestone, Dunham, 1962) | C. arenitici >10% | >10% |
| —0,062 | | foarte fin | | | |
| —0,031 | SILT | grosier | CALCISILTIT | corpusculi siltitici > corpusculi lutitici | |
| —0,016 | | mediu | | | |
| —0,008 | | fin | | C. arenitici <10% | |
| —0,004 | LUTIT | microgranular | CALCILUTIT (mudstone, Dunham, 1962) | corpusculi lutitici > corpusculi siltitici | |
| | | criptogranular | | corpusculi arenitici <10% | |

între clase, aceleaşi valori care se aplică şi la rocile clastice detritice (tabelul 41).

Terminologia folosită reflectă, de fapt, predominarea categoriei granulometrice respective în cadrul rocilor; fiecare tip petrografic-granulometric conţine, în proporţii subordonate, şi un amestec de componenţi din celelalte categorii.

**Descriere macroscopică.** Roci cu aspect detritic evident conglomeratic, gresos sau argilos şi culori deschise: alb, gri, galben. Sînt roci de obicei poroase, formînd adesea bancuri cu stratificaţie vizibilă.

**Textură.** Granulaţia calcarelor clastice este foarte variată. Dimensiunile constituenţilor corespund categoriilor rudit, arenit, silt şi lutit (vezi tab. 13). Cele mai frecvente sînt arenitele şi lutitele calcaroase.

*Calciruditele* sînt formate de obicei din fragmente angulare şi subangulare şi se caracterizează printr-un grad de sortare scăzut (fig. 2.46).

*Calcarenitele* sînt alcătuite de obicei din particule rotunjite şi subrotunjite şi au un grad bun de sortare (fig. 2.47).

*Calcilutitele* — roci omogene şi bine sortate — sînt alcătuite atît din particule rotunjite cît şi angulare (detritus carbonatic) (fig. 2.48).

Texturile microcristaline şi larg cristaline, caracterizează de obicei liantul carbonatic (calcitic) prezent în calcirudite şi calcarenite.

**Structură.** Caracteristica calcarelor clastice este dată de structura lor mecanică, ce reflectă procese de resedimentare carbonatică. Rocilor propriu-zise le sînt specifice stratificaţiile paralele, gradate, ritmice, convolute şi încrucişate, determinate de dimensiunile variabile ale granulelor. (Suprafeţele de strat păstrează, adesea, urme de mişcare în mediul de sedimentare (ripple-marks-uri, turboglife etc.) Structurile organice au caracter local în calcirudite şi calcarenite şi sînt mai frecvente în unele varietăţi de calcilutite (în special structuri algale — oncolitice — şi de foraminifere). Structuri diagenetice se întîlnesc în roci cu grad ridicat de compactizare şi în special la limita dintre lamine sau strate cu granulaţie diferită — structuri stilolitice.

**Constituenţi organogeni şi mineralogici.** Constituenţii alogeni sînt reprezentaţi prin bioclaste, litoclaste şi granule necarbonatice (terigene sau detritice).

Bioclastele constau din schelete întregi şi din fragmente aparţinînd la diverse categorii de organisme. Abundenţa acestora în calcarele clastice este indicată prin prefixul *„bio"*, de ex. *bio-*

*calcirudit, biocalcarenit, biocalcilutit.* În calcirudite, bioclastele aparţin algelor, coralilor, stromatoporidelor, briozoarelor, rudiştilor etc; în calcarenite se întîlnesc frecvent foraminifere, resturi de alge, crinoide, prisme de pelecipode, ostracode; calcilutitele cu bioclaste (foraminifere şi alge unicelulare — cocolite) reprezintă o varietate de cretă (vezi calcarele fin granulare).

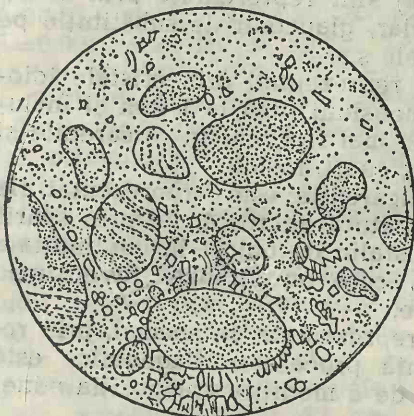


Fig. 2.46. Calcirudit

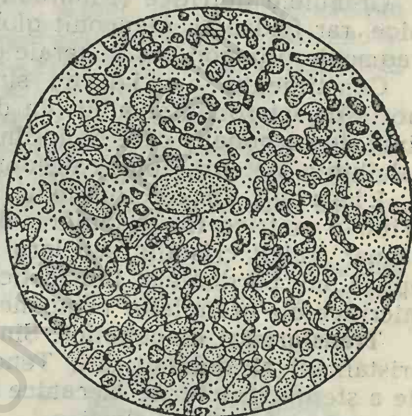


Fig. 2.47. Calcarenit

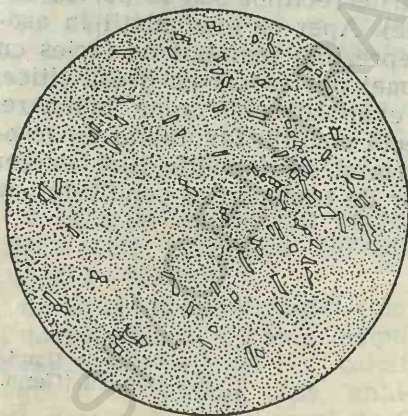


Fig. 2.48. Calcilutit

Litoclastele carbonatice reprezintă fragmente (extraformaţionale=extraclaste) din cele mai diverse categorii petrografice de calcare: microgranulare (micrite), spartite, fragmente de pisolite şi oolite resedimentate, granule compozite, fragmente peletale etc.

Uneori, în calcirudite și calcarenite, granulele componente și fragmentele spatice sînt acoperite cu un înveliș micritic opac; în calcilutite, particulele carbonatice prezintă învelișuri ferohumice, care le conservă în procesele de diageneză. Pentru a indica abundența fragmentelor litoclastice se folosește prefixul *„lito"* (*litocalcirudite, litocalcarenite, litocalcilutite*).

Granulele detritice (subordonate) sînt reprezentate prin cuarț, mice, rar feldspați, glauconit globular, glauconit de substituție pe fragmente organogene, minerale grele ș.a.

Constituenții a u t i g e n i sînt reprezentați prin cristale idiomorfe de microclin și albit (cu dimensiuni pînă la 1 mm și incluziuni de carbonați) care se întîlnesc mai frecvent în calcarenite și calcilutite. Alteori, apar: calcedonie, cuarț, fosfați.

L i a n t u l în calcirudite și calcarenite este reprezentat fie printr-o matrice fin granulară, de natură micritică, fie prin sparit primar (calcit cristalin sau larg cristalin de obicei în continuitate optică cu particulele litoclastice), care nu străbate învelișurile micritice ale granulelor componente.

**Transformări diagenetice.** Sînt reprezentate, în special, prin recristalizări și dolomitizări. Tendința proceselor diagenetice este de a șterge structurile mecanice și de a modifica compoziția mineralogică a calcarelor clastice.

**Ocurență.** Se întîlnesc în vecinătatea calcarelor bioconstruite (calcirudite și calcarenite pe flancurile recifilor sau la partea superioară a formațiunilor biostromale). Apar ca intercalații în asociații litologice de platformă sau reprezintă îndințări de facies cu depozite detritice. Calcilutitele se mai pot asocia cu gresii litice, glauconitice, argile sau depozite evaporitice în zone lagunare.

**Semnificații petrogenetice.** Reflectă condiții favorabile de resedimentare carbonatică. Granulometria și morfometria litoclastelor poate da indicații asupra distanțelor de transport și condițiilor de sedimentare a materialului.

### 2.3.2. DOLOMITE

— dolomie (Fr.)
— dolomite (Engl.)
— Dolomit (Germ.)

*Roci sedimentare, carbonatice, cristalizate, formate din mai mult de 50% dolomit — CaMg* $(CO_3)$.

**Descriere macroscopică.** Roci asemănătoare calcarelor, de care nu se pot deosebi macroscopic (vezi reacții cromatice pentru car-

bonaţi). Cristalinitatea lor este variată şi culorile sînt diverse: alb, gri, galben deschis, roz sau verzui. Pot apare în bancuri compacte cu urme de stratificaţii şi lipsite de faună sau, adesea, masive, poroase şi cavernoase, afectate de fisuri şi cu relicte de organisme.

**Textură.** Prezintă texturi cristaline variate. După dimensiunea cristalelor se deosebesc: texturi faneritice (∅>0,05 mm), macro- (∅>1 mm) şi mesocristaline (∅<0,05—1 mm) şi texturi afanitice (∅<0,05 mm), micro- (∅=0,01 mm) şi criptocristaline (∅=0,001 mm). Dimensiunea cristalelor se reflectă în nomenclatură, de exemplu: *dolosparite* — dolomitele cu textură feneritică (fig. 2.49); *dolomicrite* — dolomitele cu textură afanitică.

Texturile omogene şi echigranulare sînt caracteristice dolomitelor primare; dolomitele secundare, dia- şi epigenetice, au texturi inechigranulare, porfiroblastice sau poichiloblastice. Forma cristalelor este adesea idiomorfă, cu incluziuni centrale sau cu dispoziţie zonară.

**Structură.** Structura dolomitelor reflectă, aproape întotdeauna, condiţiile genetice. Structurile chimice de precipitaţie, şi microstratificaţia caracterizează dolomitele primare. Dolomitelor secundare le sînt proprii structuri relicte, mecanice (date de fragmente angulare sau rotunjite), chimice şi biochimice (resturi de oolite, pisolite, pelete) şi organogene (de obicei foraminifere, brahiopode, corali, crinoide şi echinide); de multe ori, prin recristalizare, se păstrează numai conturul fragmentelor, marcat de impurităţi.



Fig. 2.49. Dolomit primar (dolosparit)

Structurile relicte sînt caracterizate prin porozitate ridicată şi aspect cavernos.

**Constituenţi mineralogici.** Constituenţi a u t i g e n i: în principal dolomit; subordonat — calcit, magnezit şi uneori gips, anhidrit, celestină, silice, oxizi de fier. Dolomitul formează de obicei cristale rombice cu feţe curbe şi incluziuni zonare, dispuse paralel cu feţele de romb. În dolomitele secundare, limitele între aglomerările de dolomit şi celelalte minerale autigene sînt neregulate. Calcitul este întotdeauna xenomorf (apare fie alături de dolomit

fie ca incluziuni în masa sa). Gipsul şi anhidritul intră în parageneza anumitor tipuri de dolomite primare sub formă de cristale libere sau de incluziuni în dolomit.

Constituenţii **alogeni** sînt rari, de obicei minerale argiloase (cu dimensiuni <0,05 mm).

**Constituenţi organogeni.** Sînt identici cu cei din rocile carbonatice organogene, dar se află în diferite grade de dolomitizare. Ordinea de substituţie a resturilor de organisme este în mod obişnuit următoarea: foraminifere, brahiopode, corali, crinoide şi echinide (monocristalele de calcit, reprezentînd plăci de echinide rămase netransformate).

**Transformări diagenetice.** Procesele de transformare secundară a dolomitelor conduc la: 1) dedolomitizări, înlocuiri parţiale sau totale ale cristalelor de dolomit prin calcit (niciodată aragonit), care se recunosc după structurile poikilitice, pseudomorfozele de calcit în cristale cu contur rombic şi structuri relicte, marcate de incluziuni de oxizi de fier cu contur rombic în cadrul unor cristale romboedrice de calcit; 2) silicifieri şi baritizări; 3) substituţia dolomitului prin cristale de gips.

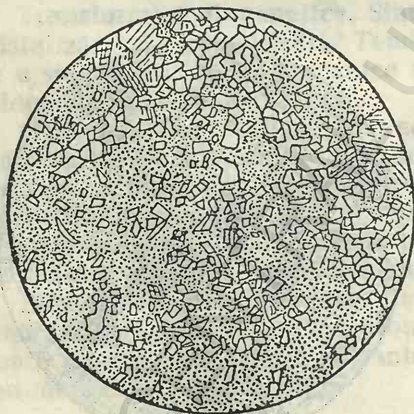


Fig. 2.50. Dolomit secundar

**Ocurenţă.** Rocile dolomitice sînt mai frecvente în depozitele vechi, paleozoice şi prepaleozoice decît în depozitele mai tinere (mezozoice şi neozoice). Ele se asociază, în special, depozitelor carbonatice de tipul calcarelor fin granulare şi calcilutitelor, în care apar interstratificate (*dolomite primare*) sau al calcarelor organogene, alochemice şi clastice, pe seama cărora se formează, sub formă de lentile şi zone neregulate (*dolomite diagenetice* şi *epigenetice*) (fig. 2.50). Alteori dolomitele primare se asociază evaporitelor (gips şi anhidrit) şi depozitelor terigene (argile roşii, silturi), în care formează intercalaţii sau diseminaţii.

**Semnificaţii petrogenetice.** În funcţie de modul de ocurenţă şi trăsăturile lor texturale şi structurale indică fie o sedimentare în mediu restrictiv (lagunar) fie procese de diageneză magneziană în masa rocilor carbonatice.

## 2.3.3. ROCI DE TRANZIŢIE

În cadrul grupei de roci carbonatice termenii de tranziţie se realizează:
1) între calcare şi dolomite, prin modificarea raportului calcit/dolomit;
2) între calcare şi rocile detritice, prin creşterea conţinutului de material epiclastic necarbonatic (arenitic şi lutitic) şi prin modificarea raportului calcit/material epiclastic necarbonatic;
3) între calcare, dolomite şi rocile detritice.

Nomenclatura termenilor de tranziţie este următoarea:

1. Seria **calcar-dolomit** (Carozzi, 1960):

| *Tip petrografic* | *calcit (%)* | *dolomit (%)* |
|---|---|---|
| calcar | >95 | <5 |
| calcar magnezian | 90–95 | 5—10 |
| calcar dolomitic | 50–90 | 10—50 |
| dolomit calcitic | 10—50 | 50—90 |
| dolomit | <10 | >90 |

2. Seria **calcar-roci detritice.** Termenii de tranziţie se realizează fie spre gresii, fie spre argile. Astfel, în seria *calcar-gresie:*

| *Tip petrografic* | *Componenţi carbonatici* | *Componenţi argiloşi şi silicioşi* |
|---|---|---|
| calcar | >90 | <10 |
| calcar gresos | 50—90 | 10—50 |
| gresie calcaroasă | 10—50 | 50—90 |
| gresie | <10 | >90 |

— în seria *calcar-argilă* (Millot, 1970); vezi şi fig. 2.32.

| *Tip petrografic* | *Componenţi carbonatici* | *Componenţi argiloşi (A) şi silicioşi (S)* |
|---|---|---|
| calcar | ⊳90 | <10A+S |
| calcar argilos | 90—66 | <33A; 10S |
| marnă | 33—66 | 33—66; 10 S |
| argilă calcaroasă | 10—33 | ⊳33A; 10 S |
| argilă | <10 | ⊳90 A+S |

3. Seria **calcar-dolomit-material detritic** (reziduu insolubil: argilă+silice) (Mollazal, 1961): Termenii de tranziție sînt exprimați în diagrame ternare, care permit exprimarea compoziției rocilor respective (fig. 2.51).

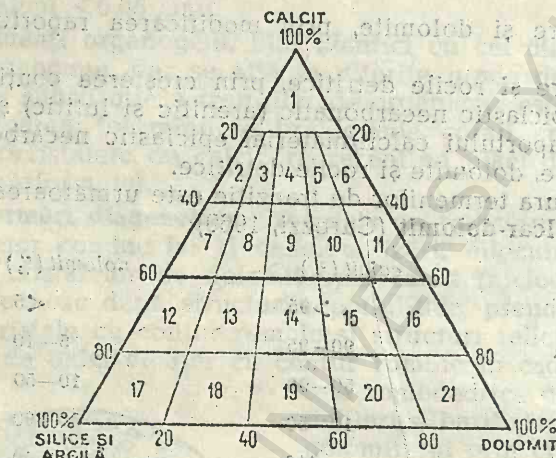



Fig. 2.51. Diagramă ternară calcit-dolomit-silice pentru aprecierea conținuturilor în termenii de tranziție calcar-dolomit- argilă:

*1* — calcar; *2, 3* — calcar slab argilos; *4, 5* — calcar slab argilos dolomitic; *6* — calcar slab dolomitic; *7, 8* — calcar argilos; *9, 10* — calcar argilos dolomitic; *11* — calcar dolomitic

Caracterele structurale și texturale ale rocilor din seriile de tranziție sînt determinate de compoziția lor mineralogică și petrografică și implicit de natura procesului genetic.

## METODICA DETERMINĂRII ROCILOR CARBONATICE

Pentru determinarea rocilor carbonatice trebuie efectuate următoarele observații (v. și tabelul 42):

A. Examinarea macroscopică și microscopică a o m o g e n i t ă ț i i rocii și a caracterelor structurale majore. Rocile pot fi: omogene, fin granulare, cu structuri de precipitație și pot fi eterogene, cu structuri variate, formate din corpusculi și liant.

B. Determinări microscopice ale texturii și compoziției petrografice, astfel:

1. În cazul *rocilor omogene* se determină *t e x t u r a* (gradul de cristalinitate): roca formată dintr-un agregat criptocristalin

„opac" ($\varnothing<4\ \mu$) corespunde unui **micrit**; roca formată din agregate de cristale transparente ($\varnothing>4\ \mu$) corespunde unui **sparit.**

2. În cazul *rocilor eterogene* se determină natura constituenților (corpusculilor) și a liantului.

Constituenții petrografici. Pot fi corpusculi carbonatici:

a. *Alocheme* sau „elemente figurate"; roca care le conține este un **calcar alochemic.** Se determină în continuare natura alochemelor (intraclaste, oolite, pelete, lumpuri) și participarea lor procentuală pentru a se determina varietățile: *calcar intraclastic, calcar oolitic* etc. (vezi pag. 272).

b. *Bioclaste*$>25\%$ — schelete și testuri întregi sau sub formă de fragmente; roca care le conține este un **calcar organogen.** Se determină natura organismelor și se precizează subtipul petrografic. Organismele coloniale (alge, corali, briozoare) formează *calcare bioconstruite* iar cele solitare (foraminifere, echinoderme, brahiopode, moluște etc.) formează *calcare bioacumulate* (vezi pag. 278, 282).

c. *Litoclaste*$>25\%$, fragmente angulare sau rotunjite care reflectă un transport și o sedimentare mecanică, iar roca este un **calcar clastic.** Se determină în continuare dimensiunile litoclastelor și se stabilesc varietățile: *calcirudite, calcarenite, calcilutite* (vezi pag. 285);

Constituenții petrografici pot fi corpusculi necarbonatici, de obicei$<10\%$ — cuarț, calcedonie, opal, feldspați, minerale argiloase, glauconit, fosfați, sulfați etc., cu caracter autigen sau alogen; cînd corpusculii necarbonatici alogeni depășesc 10% rocile au un caracter de tranziție. De ex: *calcar grezos, calcar argilos* etc. (vezi pag. 291).

Liantul în toate categoriile de roci stabilite pe baza constituenților carbonatici poate fi micritic sau sparitic. În cazul calcarelor alochemice și al calcarelor bioacumulate, natura liantului se poate reflecta în denumirea rocii. De ex.: *pelmicrit — pelsparit*, *biomicrit — biosparit* etc. (vezi pag. 273, 274).

În cadrul categoriilor petrografice stabilite se detaliază microscopic transformările diagenetice: recristalizări, coroziuni între cristale și substituții (pseudomorfoze).

C. După studiul microscopic propriu-zis, prin reacții cromatice și metode fizice speciale (A.T.D., R.X.), se determină natura mineralogică a carbonaților și se precizează tipul de rocă — CALCAR sau DOLOMIT (toate tipurile petrografice conturate pot fi calcitice sau dolomitice).

Tabelul 42

**Determinarea rocilor carbonatice**

| Elementul urmărit | ELEMENTUL DETERMINAT: Structura | Textura | Varietăți petrografice |
|---|---|---|---|
| Omogenitatea | Omogenă<br>Heterogenă | $<4\mu$<br>$>4\mu$ | MICRIT<br>SPARIT<br>Constituenți<br>Liant |
| Constituenți *carbonatici* alocheme | de precipitație | intraclaste<br>oolite<br>pelete<br>lumpuri | CALCAR INTRA-CLASTIC<br>CALCAR OOLITIC<br>CALCAR PELETAL<br>CALCAR LUMPAL |
| bioclaste | organogenă<br>colonială<br>— alge<br>— corali<br>solitară | | CALCAR BIO-CONSTRUIT<br>(Calcar algal)<br>(Calcar coraligen)<br>CALCAR BIOACU-MULAT |
| litoclaste | mecanică | ruditică<br>arenitică<br>lutitică | CALCIRUDIT<br>CALCARENIT<br>CALCILUTIT |
| Constituenți *necarbonatici*<br>autigeni<br>alogeni $>10\%$ | diagenetică<br>mecanică | cristale idio-morfe<br>angular, rotun-jit | ROCI DE TRANZIȚIE<br>(ex. calcar grezos) |
| Liant | micritic | | OOMICRIT<br>PELMICRIT BIOMICRIT |
| | sparitic | | OOSPARIT<br>PELSPARIT BIOSPARIT |
| Natura mineralogică a carbonaților<br>Calcit $>50\%$<br>Aragonit | | | CALCAR |
| Dolomit $>50\%$ | | | DOLOMIT |

## 2.4. SILICOLITE

= Roci silicioase

Roci sedimentare formate preponderent din silice amorfă, criptocristalină și/sau cuarț. Se prezintă adesea sub formă de strate sau ca mase neregulate cu caracter de accidente silicioase în masa altor roci. Îmbracă variate aspecte structurale și texturale, care se reflectă în nomenclatura lor. Clasificarea petrografică a silicolitelor are la bază atît trăsăturile lor structurale-texturale, cît și compoziția mineralogică (tabelul 43).

*Tabelul 43*

**Clasificarea silicolitelor**

| | Structură–textură | | Compoziția mineralogică q=cuarț; c=calcedonie; o=opal | Denumirea tipului petrografic | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| STRATIFORME | Organogene | Diatomitice | 0 | DIATOMIT | | |
| | | Spongolitice | q+c | SPONGOLIT | | |
| | | Radiolaritice | q+c | RADIOLARIT | | |
| | De precipitație și diagenetice | Microcristaline | q+c | JASP<br>ȘIST SILICIOS | | |
| | | | c+0 | OPOCE | | |
| | | Amorfe | 0 | GHEIZERIT | | |
| | Mecanice | Arenitice | q+c+0 | ROCI DE TRANZIȚIE<br>— GAIZE<br>— TUFODIATOMIT<br>— (TRIPOLI) | | |
| | | Lutitice | | | | |
| | | | | ASOCIAȚII LITOLOGICE | | |
| | | | | în roci carbonatice | în argile | în evaporite |
| ACCIDENTALE „Accidente silicioase" | Nodulare<br>Neregulate<br>Concreționare | Microcristaline și Amorfe<br>Oolitice | c<br>c+0 | CHAILLE<br>SILEX<br>OOLITE SILICIOASE | MENILITE | CHERT NECTIC |

# A. SILICOLITE STRATIFORME

Rocile silicioase stratificate, de obicei în bancuri decimetrice şi mai rar metrice, prezintă structuri omogene, de precipitaţie sau diagenetice şi mecanice. Sînt cele mai frecvente depozite de silicolite. Dintre acestea vor fi descrise următoarele tipuri petrografice: diatomite, spongolite, radiolarite, jaspuri şi şisturi silicioase şi rocile de tranziţie.

## 2.4.1. DIATOMITE

=pămînt cu infuzori
=Kieselgur

— diatomite (Fr)
— diatomite (Engl.)
— Kieselgur (Germ.)

*Silicolite formate în special (peste 50%) din frustule de diatomee cuprinse într-o masă de opal.*

**Descriere macroscopică.** Roci de culoare albă, alb-gălbuie, foarte uşoare (gr. sp.=0,9—0,4) şi cu porozitate ridicată(≈90%). De multe ori sînt friabile şi aspre la pipăit. Prin aceste caractere se aseamănă cu tripoli (v. la silicolite cu material carbonatic).

**Structură.** Structura organogenă este determinată de numeroase frustule de diatomee, dispuse dezordonat sau aliniate — cu axa lungă — paralel cu planele de stratificaţie ale rocii. Alteori, structuri laminare, determinate de alternanţa nivelelor deschise la culoare (formate din diatomee şi opal) cu cele de culoare închisă (formate din minerale argiloase).

**Textură.** Rocile se disting prin dimensiunile foarte mici ale constituenţilor (cripto- şi microcristalini) şi prin prezenţa materialului amorf.

**Constituenţi mineralogici.** Constituenţii a u t i g e n i sînt reprezentaţi prin frustule de diatomee (50—80%), testuri de radiolari şi de silicoflagelate, spiculi de spongieri şi foraminifere (fig. 2.52, fig. 2.53). Frustulele de diatomee sînt formate din opal şi de obicei sînt bine conservate, avînd forme poligonale, penate, sferice şi discoidale. Alteori, apar fragmentate sub forma unui detritus. Alţi constituenţi: calcedonie, calcit, fosfaţi, pirită.

Constituenţii a l o g e n i, în cantităţi mult subordonate, reprezentaţi prin fragmente de argilă montmorillonitică, glauconit detritic şi, mai rar, un pigment bituminos-sapropelic.

Fig. 2.52. Morfologia testurilor la diatomee (*a*), radiolari (*b*) și a spiculilor de spongieri (*c*)



Fig. 2.53. Diatomit (*a*), radiolarit (*b*), spongolit (*c*)

Liantul. Este aproape întotdeauna opal, care poate conține diferite procente de hidroxizi de fier.

**Transformări diagenetice.** Frustulele de diatomee, în timpul diagenezei, pot trece în calcit, cu păstrarea caracterelor morfologice și scăderea porozității în rocă. Procesele de fosfatizare (colofan) sînt de multe ori posterioare calcitizărilor. Alteori, se întîlnesc pseudomorfoze de pirită. Prin compactizare, unele frustule sînt deformate. Recristalizările pot afecta diferențiat atît constituenții organogeni cît și liantul; pe seama opalului se formează calcedonia.

**Ocurență.** Diatomitele se asociază, în special, cu formațiuni argiloase, cu roci carbonatice micritice sau organogene (lumașelice) și cu roci piroclastice (tufuri). Sînt depozite lacustre, salmastre sau marine.

**Semnificații petrogenetice.** În mările actuale, mîlurile cu diatomee caracterizează apele reci; formele robuste sînt specifice zonelor litorale, iar cele fine — zonelor pelagice. Izotopii siliciului din rocă pot da indicații asupra salinității apelor: $^{28}Si$ este specific formelor de apă dulce, iar $^{30}Si$ — formelor de apă marină.

### 2.4.2. SPONGOLITE

— spongolite (Fr.)
— spongolite, spiculite (Engl.)
— Spongolit (Germ.)

*Silicolite formate în special din spiculi de spongieri silicioși (>50%) prinși într-o masă de opal și calcedonie.*

**Descriere macroscopică.** Roci de culoare cenușie, brună sau roșcată, de obicei omogene, compacte și dure, ce formează adesea depozite stratificate.

**Textură.** Este determinată de dimensiunile microscopice ale constituenților: texturi amorfe și criptocristaline; în masa liantului se întîlnesc, uneori texturi globulare.

**Structură.** Structura organogenă este determinată de prezența spiculilor de spongieri fie neorientați fie dispuși în lungul unor aliniamente vizibile, ce imprimă rocii o lineație caracteristică. Secțiunile transversale pe spiculii de spongieri evidențiază structuri omogene, cu numeroase sferule — formațiuni circulare, cu canal central (v. fig. 2.53).

**Constituenţi mineralogici.** Constituenţii a u t i g e n i sînt reprezentaţi prin spiculii unor spongieri de tip monoactinelid, tetractinelid, hexactinelid şi lithistid. Spiculii au canal axial central, circular în secţiune transversală, şi sînt alcătuiţi din opal şi/sau calcedonie, cu dispoziţie fibrosradiară în jurul canalului. Limita spiculilor cu liantul poate fi netă sau marcată de texturi globulare amorfe sau cu birefringenţă scăzută. Uneori, canalul central poate fi umplut cu silice, glauconit, oxizi de fier sau fosfaţi.

Constituenţii a l o g e n i, mult subordonaţi sînt reprezentaţi prin argilă, cuarţ, glauconit şi hidroxizi de fier.

L i a n t u l poate fi: opal cenuşiu şi galben, cu textură amorfă omogenă; calcedonie criptocristalină sau cu textură sferulitică globulară, ce marchează limita cu spiculii; argilă, faţă de care spiculii sînt întotdeauna bine individualizaţi.

**Transformări diagenetice.** Principalele modificări postdepoziţionale conduc la pseudomorfoze de glauconit şi calcit după spiculii de spongieri; prin fenomene de solubilizare şi reprecipitare are loc lărgirea canalelor din spiculi şi apariţia unui opal globular. Fenomenele de recristalizare conduc, în depozitele vechi, la transformarea opalului în calcedonie.

**Ocurenţă.** Se asociază cu alte silicolite sau cu depozite terigene argiloase sau piroclastice.

**Semnificaţii genetice.** Spongierii sînt organisme bentonice adaptate la condiţii batimetrice foarte diferite, astfel că spongolitele nu ajută la reconstituiri de paleomediu.

### 2.4.3. RADIOLARITE

— radiolarite (Fr.)
— radiolarite (Engl.)
— Radiolarit (Germ.)

*Silicolite formate preponderent (>50%) sau exclusiv din testuri de radiolari prinse într-un liant de diverse naturi mineralogice.*

**Descriere macroscopică.** Roci stratificate, variat colorate — roşu, brun, verde, negru sau cenuşiu —, compacte şi dure, cu spărturi concoidale, aşchioase şi mai rar neregulate.

**Textură.** Caracterizată de dimensiunile mici ale constituenţilor cripto- şi chiar microcristalini sau de prezenţa stărilor amorfe.

**Structură.** Structura organogenă dată de acumularea testurilor de radiolari este caracteristică. Rocile sînt frecvent microstrati-

ficate, iar paralel cu planele de stratificaţie se pot recunoaşte structuri mecanice, de deformare, a radiolarilor (v. fig. 2.53.).

**Constituenţi mineralogici.** Constituenţii a l o g e n i sînt reprezentaţi în principal prin testuri de radiolari (>50%) şi foarte rar spiculi de spongieri şi foraminifere. Testurile de radiolari apar în secţiuni cu conture circulare, eliptice sau neregulate şi structuri reticulare: bine conservate, păstrînd spinii radiari sau rău conservate — fără spini, şi deformate. Testul este format din calcedonie incoloră uşor vizibilă pe fondul liantului sau din cuarţ fin granular. Alteori, testul este umplut cu clorit. Ating dimensiuni de 0,2—0,3 mm. Subordonat, în unele varietăţi de radiolarite se întîlnesc ca minerale autigene: calcit, ankerit, siderit, pirită, rutil, apatit şi sericit.

Constituenţii a l o g e n i, subordonaţi cantitativ, sînt de natură detritică — cuarţ şi minerale argiloase — sau piroclastică.

L i a n t u l este reprezentat prin opal şi calcedonie limpede, uneori impregnată cu pigment hematitic (roşu), cloritic (verde), bituminos şi argilos (negru) etc. Textura sa poate fi amorfă, dar, în mod obişnuit, cripto- şi microcristalină, cu evidente zone de tranziţie. Pigmentul feruginos (granule minerale de hematit) imprimă rocii culoarea roşie şi, în zonele de aglomerare, o opacizare a ei. Materia organică (resturi cărbunoase şi bitum) şi mineralele argiloase pot apare ca pigment în cimentul de calcedonie, imprimînd acestuia o culoare neagră şi marcînd de cele mai multe ori planele de stratificaţie şi microstratificaţie. Acestui pigment i se pot alătura ace de apatit. Varietăţile de radiolarite negre, cu conţinut de substanţă organică şi minerale argiloase, sînt uneori denumite *phtanite* (în Franţa, Cayeux, 1929) sau *lidite* (în Germania, Heritsch, 1943) şi *lidiene* (în Carpaţii Orientali, Filipescu, 1934).

**Transformări diagenetice.** Foarte variate: calcitizare, cloritizare, hematitizare, fosfatizare, piritizare, sideritizare etc., atît ale testurilor de radiolari cît şi ale cimentului (cu caracter de pseudomorfoze parţiale sau totale). Procesele de recristalizare — relativ frecvente — duc la ştergerea limitelor dintre testuri şi liant şi îngreuiază recunoaşterea radiolarilor; ele conduc, astfel, spre jaspuri (vezi jaspuri). Fenomenele de difuzie conduc la apariţia unor structuri concentrice formate din alternanţe de zone hematitice şi silicioase.

**Ocurenţă.** Radiolaritele formează, adesea, intercalaţii în marne, argile şi argilite sau/şi asociaţii cu formaţiuni vulcano-sedimentare şi curgeri de lave bazice submarine (în complexe ofiolitice).

Alteori, se asociază cu roci carbonatice de tipul micritelor sau biolititelor (calcare recifale), formînd nivele (repere) stratigrafice.

**Semnificaţii petrogenetice.** Se consideră depozite formate în ape calde la diferite adîncimi (g. *Spumellaria* indică zone cu adîncime mică, iar g. *Nasellaria* zone cu adîncime mare). Prin asociaţiile litologice în care apar radiolaritele pot da unele indicaţii privind activitatea vulcanică submarină.

### 2.4.4. JASPURI

*Termen răspîndit printre rocile silicioase definind produsele de diageneză şi epigeneză a radiolaritelor.*

Sînt silicolite stratiforme compacte, fin granulare şi dure, cu spărtură concoidală sau aşchioasă. Culoarea lor este foarte variată: roşie, brună, galbenă, verde, roz. Sînt formate din calcedonie, cuarţ, resturi de radiolari şi, uneori, fragmente piroclastice (fig. 2.54.). Sînt lipsite de resturi de diatomee. În masa lor, adesea,

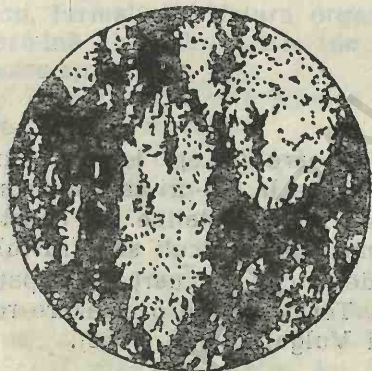


Fig. 2.54. Jasp

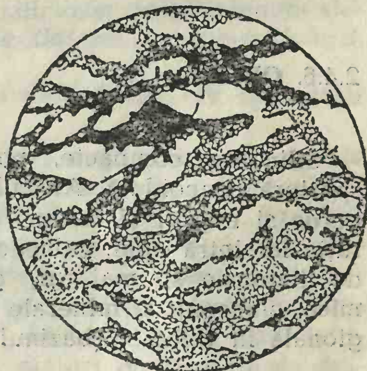


Fig. 2.55. Novaculit

se găsesc impurităţi argiloase, oxizi de fier şi granule detritice. Prin diageneză profundă trec în şisturi argiloase. Formează nivele stratigrafice în calcare şi depozite terigene. Alternanţele de jaspuri cu nivele hematitice sînt, uneori, definite prin termenul de *jaspilit* (S.U.A.). Varietăţile compacte albe şi microstratificate în care cuarţul microcristalin este în cantităţi mai mari decît calcedonia sînt definite prin termenul de *novaculit* (utilizat regional

tot în S.U.A.) (fig. 2.55.). Masa fundamentală cuprinde granule de silice cu dimensiuni uniforme (0,01 mm) şi cavităţi rombice umplute cu silice sau oxizi de fier. Novaculitele deformate capătă texturi oculare.

### 2.4.5. ŞISTURI SILICIOASE

Silicolite intens diagenizate, cu stratificaţie vizibilă, compacte şi dure. Culoarea variabilă (neagră, cenuşiu-deschisă, verzuie) este funcţie de natura impurităţilor pe care le conţin (substanţe cărbunoase — 1% C organic —, bitum sau material argilos). Provin prin diageneza înaintată a unor varietăţi de radiolarite sau direct prin precipitare. Termenul de *porcelanit* defineşte uneori varietăţile compacte, dure şi albe, cu evident aspect de porţelan. Cînd conţin impurităţi de argile şi urme de cărbuni, stratificaţia lor este mai evidentă.

### 2.4.6. OPOCE

Silicolite compacte, poroase şi uşoare (gr. sp. 1,1—1,8), cu spărtură concoidală. Au culori variate (de la alb-gri-cenuşiu spre verde şi negru) şi texturi amorfe sau microcristaline. În constituţia lor intră opal, calcedonie, fragmente de spiculi sau frustule de diatomee şi, mai rar, granule detritice de cuarţ, feldspaţi, mice, glauconit şi minerale argiloase. Termenul are o utilizare regională în U.R.S.S. (bazinul fluviului Volga) (Ruhin, 1966).

### 2.4.7. GEYSERIT
= Sinter

Silicolite de precipitaţie, formate în jurul izvoarelor fierbinţi. Roca este spongioasă, uşoară, de culoare albă, galbenă, roz, verde sau brună. Se prezintă sub formă de cruste, cu texturi pămîntoase sau concreţionare fibroase; este friabilă. Este formată din opal cu impurităţi de fier şi mangan.

## 2.4.8. ROCI DE TRANZIŢIE

În cadrul silicolitelor, termenii de tranziţie se realizează prin modificarea compoziţiei acestora, ca urmare a creşterii conţinutului de material epiclastic, piroclastic şi carbonatic, care, în mod normal depăşeşte 10% din volumul rocii.

**Silicolite cu material epiclastic** (psamitic şi pelitic). Prezenţa materialului detritic grosier în proporţie cuprinsă între 10—50% determină modificarea caracterelor texturale şi structurale ale silicolitelor şi este indicată prin termenul general de *Gaize*.

*Gaizeele* sînt roci neomogene, de culori deschise (alb-cenuşiu, galben-cenuşiu), de multe ori poroase, relativ friabile.

Textura lor este microcristalină şi psamitică, inechigranulară, cu granule în diferite grade de rulare. Alături de structurile organogene sînt prezente şi structurile mecanice. Stratificaţia este slabă, greu vizibilă. Principalii constituenţi sînt testurile şi scheletele silicioase — întregi sau ca fragmente — de diatomee, radiolari şi spongieri şi materialul detritic, alogen, reprezentat de obicei prin: cuarţ, muscovit, feldspaţi, minerale grele (rutil, zircon, turmalină). Natura organismelor silicioase predominante determină tipul de gaize (de ex.: *gaize-diatomit, gaize-radiolarit, gaize-spongolit*).

Liantul rocii este silicios (opal sau calcedonie), cu impurităţi de argilă şi carbonaţi.

Prezenţa materialului pelitic, de natură argiloasă, în proporţie mai mare de 10% conduce la termeni intermediari de tipul silicolitelor argiloase. Ele fac trecerea spre argilele silicioase (v. fig. 2.32).

**Silicolite cu material piroclastic.** Asocierea silicolitelor cu produsele vulcanice este în general frecventă şi de aceea, în numeroase cazuri, participarea intimă a materialului piroclastic în compoziţia silicolitelor conduce la termeni de tranziţie de tipul *tufodiatomitelor* (sens larg). Rocile conţin, alături de frustule de diatomee, şi testuri de radiolari (40—60%), cenuşă şi sticlă vulcanică (30—40%) şi granule detritice (cuarţ, clorit). Rocile au texturi microcristaline şi microgranulare, cu o porozitate evidentă (sînt roci uşoare). Prezenţa materialului piroclastic dă rocii un aspect pămîntos şi îi reduce compactitatea (de obicei sînt friabile şi slab cimentate).

**Silicolite cu material carbonatic.** Termenii de tranziţie între silicolite şi calcare, mai rar întîlniţi, sînt definiţi ca *silicolite calcaroase* (conţinutul de carbonaţi 10—50%).

Prin termenul de *tripoli* se definesc rocile formate prin alterarea silicolitelor calcaroase sau a calcarelor silicioase și caracterizate prin greutăți specifice mici (0,8—1,4) și porozitate ridicată. (Aceste caractere le aseamănă foarte mult cu diatomitele, motiv pentru care se întîlnesc în literatură ca sinonim al acestora.)

Tripoli este o rocă moale, friabilă, de culoare deschisă, formată din silice (opal și calcedonie 75—80%), carbonați (granule de calcit), minerale argiloase și cuarț. De obicei este lipsită de schelete organice (rar radiolari).

## B. ACCIDENTE SILICIOASE

= Chert*

Sub această denumire sînt descrise formele variate pe care le îmbracă concentrațiile de silice amorfă și criptocristalină, localizate în diverse roci sedimentare (carbonatice, argiloase, detritice și evaporitice).

Texturile lor sînt nodulare, neregulate și concreționare, iar structurile diagenetice.

### 2.4.9. ACCIDENTE SILICIOASE ÎN ROCI CARBONATICE

Se întîlnesc în diverse tipuri de roci carbonatice, făcînd corp comun cu roca care le găzduiește *(chaille)* sau detașîndu-se ușor de aceasta *(silex)*.

**Chaille.** Silicolit nodular, inform, colorat cenușiu deschis, galben, brun sau negru, cu spărtură neregulată sau concoidală, cu luciu de ceară sau sticlos. Textura este amorfă sau microcristalină. Structura este diagenetică, adesea de substituție.

Este constituit din opal, calcedonie și, uneori, cuarț și păstrează ca relicte granule de calcit, bioclaste, granule detritice (cuarț, glauconit, mice). Opalul este impur și neuniform, adesea cu goluri libere sau tapisate cu calcedonie fibroasă și cuarț microgranular. Uneori, în masa de opal se întîlnesc texturi globulare din calcedonie fin granulară. Incluziunile sînt de calcit (sau dolomit) și mai rar de cuarț, glauconit și mice, care pot marca vechi

---

* Termenul este uneori folosit în sens restrîns pentru a defini accidente silicioase, nodulare din unele silicolite. În literatura anglo-saxonă, termenul are o accepție mult mai largă și este sinonim întrucîtva cu termenul de silicolit.

suprafețe de stratificație. Bioclastele relicte sînt substituite parțial sau total prin cuarț microgranular. Trecerea spre masa carbonatică se face treptat, prin zone de sărăcire în silice.

Se întîlnesc în micrite, calcare cu bioclaste, calcarenite și calcare dolomitizate (în acestea din urmă silicifierea precede dolomitizarea).

Termenul de *silexit* definește „accidente" impurificate cu substanță organică, dezvoltate în calcarenite fosilifere lipsite de nivele detritice (Cayeux, 1929; Carozzi, 1965).

**Silex** (sinonim cu *Flint* în literatura anglo-saxonă). Termen folosit pentru silicolitele nodulare informe din depozitele de cretă. Reprezintă accidente ușor detașabile de culoare albă sau gălbuie, la suprafață, și cenușie, brună sau neagră, în spărtură (concoidală). Suprafața accidentului este microgranulară, cu aspect porțelanos, constituită dintr-un amestec de calcedonie și opal globular cu material carbonatic.

Textura este microcristalină, iar structura diagenetică. Silexurile sînt constituite din calcedonie criptocristalină, cu tendință de asociere în snopi sau sub formă de sferule. În masa calcedoniei se întîlnesc zone neregulate de opal, care, în secțiuni subțiri, îi scad transparența, și relicte de foraminifere, cochilii silicifiate și spiculi lipsiți de canal axial; uneori dinoflagelate. Se întîlnesc, de obicei, în crete, crete dolomitice și fosfatice (fosfații rămîn de obicei nesubstituiți).

**Oolite silicioase.** Formațiuni mai rare, formate pe seama unor calcare oolitice (produse diagenetice) sau prin precipitare directă (produse singenetice).

Roca este constituită din corpusculi oolitici prinși într-un ciment. Ooolitele propriu-zise sînt sferice, elipsoidale, simetrice sau asimetrice, alcătuite din zone concentrice de calcedonie și/sau opal, în jurul unor granule centrale (cuarț detritic rotunjit, angular, nuclei de briozoare, bioclaste). Învelișurile granulei reprezintă alternanțe de pături subțiri de calcedonie criptocristalină și pă-

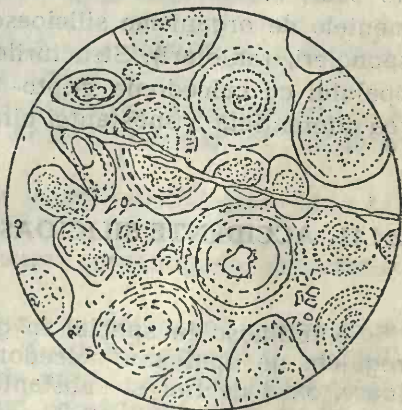


Fig. 2.56. Oolite silicoase

turi mai groase de opal; la periferie oolitul este amorfă (opal brun). Alteori, oolitele au zona centrală constituită din cuarț granular, cu incluziuni de limonit și carbonați, iar cea periferică din calcedonie criptocristalină cu textură concentrică rubanată (fig. 2.56.).

Cimentul este format fie din calcedonie criptocristalină cu relicte de calcare și spiculi de spongieri lipsiți de canal axial, fie din cuarț micrügranular cu aspect mozaicat.

## 2.4.10. ACCIDENTE SILICIOASE ÎN ROCI ARGILOASE

În rocile argiloase și în marne cu conținut ridicat de substanțe organice (în special bitum) se întîlnesc concentrații de silice microstratificate, formate din opal brun, brun-roșcat, galben, cu pigment sau acumulări liniare de bitum, cunoscute sub numele de *menilite*.

În masa de opal se mai recunosc incluziuni de calcit, granule de cuarț și minerale argiloase, glauconit și uneori pirită. Fragmentele de organisme silicioase pot fi și ele prezente (spiculi de spongieri, radiolari). Structurile rubanate sînt date de alternanța opalului cu calcedonia cripto- și microcristalină și de concentrarea diferențiată a substanței bituminoase.

## 2.4.11. ACCIDENTE SILICIOASE ÎN ROCI DETRITICE

Se întîlnesc în special în gresii și reprezintă concentrații neregulate de opal sau calcedonie, impurificate cu minerale argiloase, oxizi de fier și substanțe organice. (Ele se disting greu de cimentul primar al gresiilor, reprezentînd de fapt remobilizări în cadrul acestuia.) În cadrul lor se întîlnesc toate tranzițiile de la silice amorfă izotropă, opal, la calcedonie microcristalină, adesea sferulitică. În zonele mai larg cristalizate, impuritățile pot să lipsească sau să se situeze la periferia granulelor, reflectînd apariția lor prin recristalizare.

## 2.4.12. ACCIDENTE SILICIOASE ÎN DEPOZITE EVAPORITICE

**Chert nectic.** Accidente nodulare spongioase, poroase și foarte ușoare, formate din opal și calcedonie fibroasă, în masa cărora se întîlnesc granule de cuarț, romboedri de calcit și numeroase goluri cu contur rombic, reprezentînd locurile unor foste cristale de gips (ulterior dizolvate), prinse în roca carbonatică (fig. 2.57).

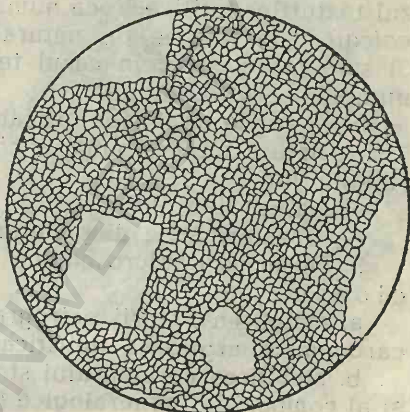


Fig. 2.57. Chert nectic

### METODICA DETERMINĂRII SILICOLITELOR

Identificarea silicolitelor în general este facilitată de proprietățile mineralelor din grupa silicei, ușor de recunoscut macroscopic (duritate mare —7— spărtură concoidală sau neregulată, luciu sticlos sau de ceară, posibilitatea de a reține diverse impurități care-i determină culoarea etc.) sau microscopic (relieful, lipsa culorii și a clivajului etc.) (vezi cap. 1.1).

1. Prin observații macroscopice se stabilește caracterul lor s t r a t i f o r m, continuu sau de „a c c i d e n t", intermitent (nodular, lenticular, concreționar etc.).

2. Observațiile microscopice în cazul silicolitelor s t r a t i f o r m e urmăresc:

a. Identificarea tipurilor de structuri (organogene, diagenetice și mecanice).

— În cazul structurilor organogene se determină natura organismelor constituente — diatomee (frustule), spongieri (spiculi), radiolari (testuri) — și proporțiile de participare în rocă. La conținuturi mai mari de 50% pentru un constituent, roca se va denumi: *diatomit*, *spongolit* și respectiv *radiolarit*.

— În cazul structurilor diagenetice se determină caracterele texturale ale secțiunii — microcristalin, criptocristalin, amorf — relațiile dintre ele și se identifică structurile relicte; roca este un *jasp* cînd prezintă structuri relicte organogene (de obicei radiolaritice) și un *șist silicios* cînd prezintă microstratificații.

— În cazul s t r u c t u r i l o r m e c a n i c e se stabileşte textura granulelor clastice — arenitice sau ruditice — se determină conţinutul (%) şi natura lor, detritică (epiclastică) sau piroclastică. La conţinuturi între 10 şi 50% de un astfel de material ne aflăm în faţa unor *roci de tranziţie:* 1) spre gresii, în cazul texturilor arenitice, roca numindu-se *gaize;* 2) spre argile, în cazul texturilor lutitice, roca numindu-se *silicolit argilos, marnos* sau *calcaros* (în funcţie de natura mineralogică a constituenţilor); 3) spre piroclastite, în cazul texturilor lapilice şi cineritice; roca numindu-se *tufodiatomit.*

b. În rocile astfel identificate se determină în continuare:

— natura mineralogică a constituenţilor autigeni şi alogeni şi relaţiile lor;

— natura liantului;

— transformările diagenetice (recristalizări şi substituţii).

3. Observaţii microscopice în cazul a c c i d e n t e l o r s i l i c i o a s e:

a. stabilirea naturii petrografice a rocii care-l găzduieşte (rocă carbonatică, argiloasă, detritică, evaporitică, silicioasă);

b. stabilirea caracterului structural (nodul, lentilă, concreţiune) şi al compoziţiei mineralogice (opal şi/sau calcedonie).

În rocile carbonatice accidentale pot fi *chaille*, dacă sînt intim asociate cu roca; *silex* — dacă se pot detaşa din rocă; în rocile argilo-bituminoase — *menilite;* în formaţiuni evaporitice: *chert-uri nectice.*

## 2.5. BAUXITE[1]

= Roci aluminoase — bauxit (Fr.)
= Alite[2] — bauxite (Engl.)
— Bauxit (Germ.)

*Produse de alteraţie lateritică formate preponderent din hidroxizi de aluminiu.*

**Descriere macroscopică.** Formează depozite stratiforme, lenticulare sau sub formă de „pungi", cu foarte diverse aspecte. Rocile

---

[1] Bauxit — termen folosit de Berthier (1821) pentru a defini sedimentele bogate în aluminiu, din vecinătatea localităţii Les Baux, gurile Rhônului, Franţa.
[2] Termen introdus de Harrassowitz, 1926; indică rocile bogate în oxid liber de aluminiu $\left(\frac{SiO_2}{Al_2O_3} < 1{,}3\right)$.

pot fi masive, compacte şi dure sau friabile şi pămîntoase. Culoarea lor frecvent roşie, brună, cenuşiu-verzuie şi mai rar cenuşie, albă, galbenă, neagră este determinată de prezenţa impurităţilor

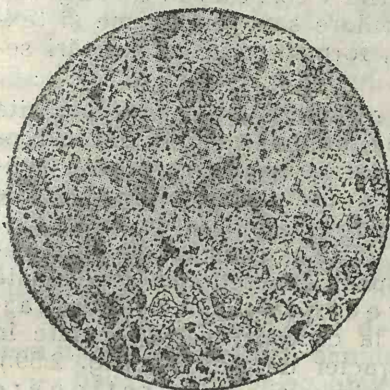


Fig. 2.58. Bauxit cu textură vacuolară

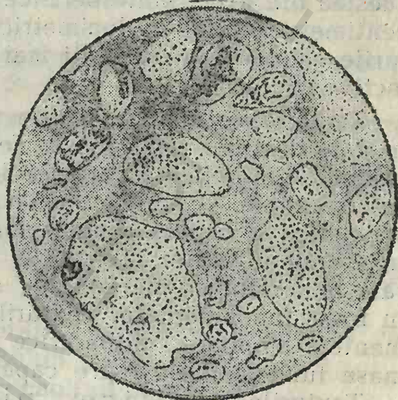


Fig. 2.59. Bauxit cu textură brecioasă.

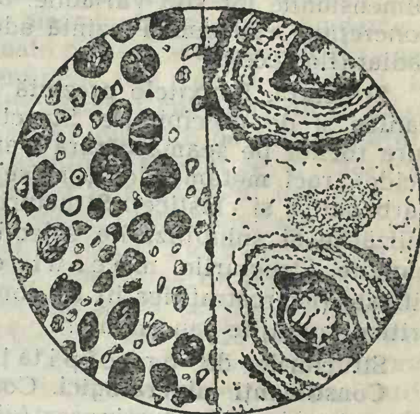


Fig. 2.60. Bauxit cu textură oolitică

(în special minerale de fier, minerale argiloase, substanţe organice). În masa rocilor se întîlnesc frecvent schimbări bruşte de culoare. Bauxitele au, de obicei, greutăţi specifice ridicate şi, uneori, proprietăţi magnetice.

**Textură.** Aspectele texturale foarte variate, omogene și neomogene, „pătate" sînt date de corpusculi, de diferite forme și origini, prinși într-o masă fundamentală. Texturile *omogene* caracterizează rocile compacte sau cele poroase, spongioase. Pentru acestea din urmă sînt specifice texturile *veziculare*, cu goluri centimetrice pînă la decimetrice, tubulare sau vermiforme și texturile celulare, cu cavități mai mari, formate prin solubilizări selective (fig. 2.58.).

Texturile *pămîntoase* sînt caracteristice unor depozite friabile de tipul terra-rossa. Texturile *scheletice* sînt microgranulare și reflectă caracterele rocilor pe seama cărora au apărut bauxitele. Texturile *colomorfe* (geliforme) șterg texturile scheletice și capătă aspecte mamelonare, globulare cu îmbogățiri în aluminiu și fier. Texturile *nodulare* constau din aglomerări mineralogice neregulate, cu aspect concreționar, diseminate în masa fundamentală. Texturile *brecioase* sînt date de fragmentele angulare, milimetrice pînă la centimetrice, dispersate în masa fundamentală (care capătă caracter de *matrice*) (fig. 2.59.).

Texturile *oolitice*[1], *pisolitice* și *concreționare* se întîlnesc frecvent în bauxite. Constau din formațiuni sferice sau ovoidale, cu granule centrale și învelișuri concentrice (alternanțe de zone cu compoziție diferită, aluminoase și feruginoase). Dimensiunile lor sînt variabile: *oolite* $<$2 mm; *pisolite*$=$2—20 mm; *concrețiuni*$>$20 mm. Prezintă adesea fisuri de contracție, dispuse radiar (fig. 2.60.).

**Structură.** Bauxitele prezintă structuri relicte, diagenetice, mecanice și de precipitație. Structurile *relicte* evidențiază natura rocilor pe seama cărora s-au format: roci eruptive (bazice și acide), roci metamorfice (gnaise) și formațiuni sedimentare (roci carbonatice și clastice). Structurile *diagenetice* reflectă mobilizările și solubilizările selective care se produc frecvent în bauxite. Structurile *mecanice* sînt întîlnite în bauxitele stratificate (microstratificații) cu conținut mai mare de fragmente detritice, rotunjite sau angulare.

Structurile de *precipitație* se întîlnesc local.

**Constituenți mineralogici.** Constituenții autigeni sînt reprezentați prin minerale aluminoase (diaspor, hidrargilit, boehmit, corindon), minerale argiloase (caolinit, $\pm$illit, montmorillonit, clorit), oxizi și hidroxizi de fier (hematit, magnetit (maghemit), goethit, lepidocrocit.

---

[1] În cazul bauxitelor, unii autori folosesc termenul de *„ooid"*.

**Varietăţi.** I. Valeton (1972), în funcţie de participarea acestor constituenţi în rocile aluminoase, propune următoarea clasificare a bauxitelor (vezi şi fig. 2.61.):

1. *bauxite* (s. str.) cu peste 90% minerale aluminoase;

2. *bauxite bogate în fier*, cu 10—25% oxizi şi hidroxizi de fier şi peste 75% minerale aluminoase;

3. *bauxite feruginoase* cu mai puţin de 50% minerale aluminoase şi 25—50% oxizi şi hidroxizi de fier;

4. *bauxite bogate în siliciu*, cu peste 75% minerale aluminoase şi 10—25% minerale argiloase;

5. *bauxite argiloase*, cu peste 50% minerale aluminoase şi 25—50% minerale argiloase;

6. *bauxite argiloase bogate în fier* cu peste 20% minerale argiloase, 20% oxizi şi hidroxizi de fier şi 50% minerale aluminoase.

Principalele parageneze de minerale aluminoase determină cîteva tipuri de bauxite şi anume (L. Ruhin, 1966):
— bauxite *diaspor-boehmitice* (± caolinit şi clorit);
— bauxite *hidrargilitice* (caolinito-hidrargilitice);
— bauxite *hidrargilito-boehmitice* (mixte).

Diasporul apare sub formă de agregate solzoase, fin îmbricate, în zonele centrale (nucleu) sau periferice ale oolitelor sau pisolitelor; de asemenea, cristale diseminate în masa fundamentală sau pe fisurile bauxitelor formate pe roci sedimentare (în special calcare). Boehmitul este identificat mai rar şi participă la formarea unor pisolite sau este intim asociat cu diasporul în masa fundamentală. Se întîlneşte ca depuneri lamelare pe fisuri. Hidrargilitul, mai frecvent întîlnit în bauxitele scheletice şi clastice, intră în constituţia pisolitelor, galeţilor şi a liantului lor; este fin granular şi se asociază adesea cu caolinitul. Corindonul este un constituent mai rar, de obicei granular. Oxizii şi hidroxizii de fier se întîlnesc în toate tipurile de bauxite sub formă de pigment, mase colomorfe, agregate neregulate sau sînt intim asociaţi cu mineralele aluminoase, în oolite şi pisolite; granulele de magnetit pot forma centrul acestor oolite, iar goethitul, fibroradiar, poate forma învelişuri concentrice sau poate fi întîlnit în cuiburi şi pe fisuri. Caolinitul formează agregate fin solzoase, uneori vermiculare, în masa fundamentală şi, mai rar, învelişuri concentrice, în unele oolite şi pisolite. Pirita apare în unele varietăţi cenuşiu-verzui, în granule mici de 0,1—1 mm, iar anatasul este depus pe fisuri.

Componenţii a l o g e n i sînt reprezentaţi în bauxitele clastice prin: cuarţ, ilmenit, sfen, rutil, zircon, turmalină, fluorină. În

bauxitele corpusculare, masa fundamentală este de obicei colomorfă, izotropă sau slab birefringentă, alcătuită din hidroxizi de aluminiu intim asociaţi cu oxizi şi hdiroxizi de fier (hematit, le-

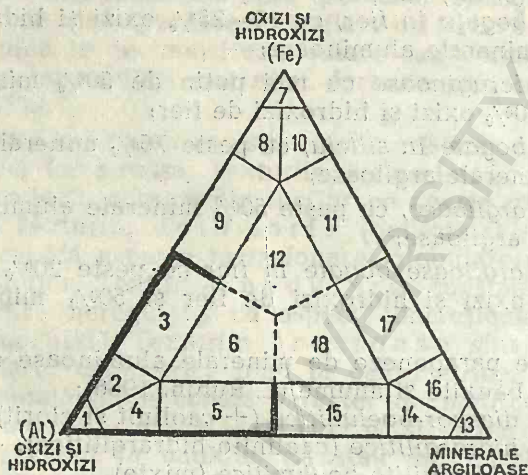



Fig. 2.61. Diagramă ternară pentru determinarea tipurilor mineralogice de bauxit (după Valeton, 1972):

*1* — bauxite; *2* — bauxite bogate în Fe; *3* — bauxite feruginoase; *4* — bauxite bogate în siliciu; *5* — bauxite argiloase; *6* — bauxite argiloase bogate în Fe; *7* — minereu de fier; *8* — minereu de fier bogat în aluminiu; *9* — minereu de fier bauxitic; *10* — minereu de fier bogat în siliciu; *11* — minereu de fier argilos; *12* — minereu de fier argilo-bauxitic; *13* — argilă; *14* — argilă bogată în Al; *15* — argilă bauxitică; *16* — argilă bogată în Fe; *17* — argilă feruginoasă; *18* — argilă bauxito-feruginoasă.

pidocrocit), în zone difuze sau compacte (opace). Alteori, în constituţia ei intră o asociaţie de caolin şi clorit.

**Transformări diagenetice.** Transformările diagenetice sînt complexe şi apar ca o funcţie a naturii rocilor iniţiale şi a sistemului de fisuri pe care poate circula apa.

În bauxitele formate pe roci magmatice şi metamorfice se produc:

— resilicifieri cu formare de caolinit în masa fundamentală sau pe fisuri;

— trecerea oxizilor de fier în siderit şi pirită (cu pseudomorfoze de pirită pe siderit).

În bauxitele formate pe roci sedimentare (în special carbonatice) se produc:

— deshidratarea hidrargilitului și goethitului cu formare de boehmit și respectiv hematit;

— trecerea boehmitului în diaspor;

— recristalizarea hematitului în masa fundamentală;

— apariția texturilor concreționare, pisolitice și oolitice; prin presiune și contracție apar oolite deformate „*spastolite*" (V. C. Papiu, 1960), texturi de curgere și litificare a bauxitelor cu texturi pămîntoase.

**Ocurență.** Bauxitele apar asociate fie cu roci magmatice și metamorfice fie cu roci sedimentare, în unități structurale de tip platformă sau în zonele marginale ale acestora, pe povîrnișurile foselor.

În legătură cu rocile vulcanice bazice și andezitice, cu sienitele nefelinice sau cu granitele, cu charnokitele și rocile metamorfice se întîlnesc bauxitele hidrargilitice și cele hidrargilito-boehmitice, specifice asociațiilor de platformă. Apar ca strate sau lentile.

În formațiunile sedimentare, bauxitele formează asociații cu depozitele clastice, rocile carbonatice, calcare și dolomite recifale, și mai rar cu rocile fosfatice. Apar sub formă de intercalații, lentile și pungi (la suprafața unor vechi nivele de eroziune) și sînt constituite din diaspor și boehmit. Acest tip de bauxite este caracteristic asociațiilor din zonele marginale ale foselor.

**Semnificații petrogenetice.** Bauxitele, în special cele din unitățile de platformă, sugerează întotdeauna procese profunde de alterație exogenă în zone de climat tropical și subtropical, ce conduc la îmbogățiri relative în aluminiu, paralel cu deferitizări și desilicifieri ale rocilor supuse transformărilor.

Paragenezele întîlnite — minerale aluminoase și feruginoase — reclamă, de obicei, un mediu oxidant și condiții de *p*H neutru.

## METODICA DETERMINĂRII BAUXITELOR

Bauxitele, prin varietatea lor texturală și structurală, prezintă asemănări cu unele depozite feruginoase, șisturi argiloase și argile caolinitice sau cu anumite categorii de gresii și conglomerate. De aceea, identificarea bauxitelor necesită efectuarea analizelor chimice pentru punerea în evidență a conținutului respectiv de $Al_2O_3$. Din acest punct de vedere I. Valeton (1972) apreciază că se pot

considera bauxite rocile cu $>50\%$ $Al_2O_3$ şi propune următoarea nomenclatură:

| | |
|---|---|
| — *bauxit superior* | 90—100% $Al_2O_3$ liber |
| — *bauxit inferior* | 75— 90% „ |
| — *bauxit caolinitic* | 50— 75% „ |
| — *argilă bauxitică* | 25— 50% „ |

1. Observaţiile macroscopice permit aprecierea gradului de masivitate, compactitate-friabilitate, porozitate, omogenitate şi a variaţiilor de culoare.

2. Observaţiile microscopice, în lumină transmisă şi reflectată, permit precizarea varietăţilor texturale şi structurale, a formei corpusculilor, a transformărilor diagenetice (deformări, recristalizări). Se pot stabili procentele de minerale transparente şi opace şi relaţiile dintre ele.

3. Analizele fizice speciale — RX şi ATD — se impun pentru determinarea exactă a constituenţilor mineralogici şi în special a hidroxizilor de aluminiu, mineralelor argiloase şi a oxizilor şi hidroxizilor de fier.

## 2.6. FOSFORITE[1]

=roci fosfatice

— phosphorite (Fr.)
— phosphorite (Engl.)
— Phosphorite (Germ.)

*Roci sedimentare constituite în principal din fosfaţi de calciu şi al căror conţinut de $P_2O_5$ este mai mare de 5% (de obicei între 5—40% $P_2O_5$) (Mc. Kelvey, 1967).*

Acumulările de fosfaţi îmbracă forme foarte diverse şi rezultă, în depozitele cu care se asociază, prin procese complexe, chimice, organogene, diagenetice.

Forma de prezentare — concreţionară, stratiformă sau neregulată — stă la baza clasificării lor petrografice (vezi tabelul 44).

[1] Termenul este, uneori, folosit restrictiv pentru a defini aspectele concreţionare pe care le îmbracă acumulările bogate în fosfaţi.

*Tabelul 44*

**Clasificarea fosforitelor**

| Tip structural | Structură | Constituenţi mineralogici principali | Denumirea tipului petrografic |
|---|---|---|---|
| CONCREŢIONARE (NODULARE) | chimică şi diagenetică | colofan<br>francolit<br>kurskit<br>podolit | FOSFORITE NODULARE |
| | | | FOSFORITE OOLITICE |
| | | | FOSFORITE PELETALE |
| | organogenă | colofan francolit | FOSFORITE COPROLITICE |
| STRATIFORME | mecanică | francolit ($35\%\ P_2O_5$) | FOSFORITE STRATIFICATE |
| | organogenă şi diagenetică | | FOSFORITE cu ORGANISME |
| | organogenă | | BRECII DE OASE |
| ACUMULĂRI IN FORME (NEREGULATE) | organogenă | colofan | GUANO |
| | dia- şi epigenetică | | NISIP FOSFATIC |
| ROCI DE TRANZIŢIE | mecanică şi diagenetică | | GRESII FOSFATICE |
| | | | CRETA FOSFATICA |

## A. FOSFORITE CONCREŢIONARE

În această grupă se cuprind acumulările nodulare, oolitice, peletale şi coprolitice libere sau consolidate, formate prin procese de precipitare chimică, concentrare diagenetică sau ca urmare a activităţii organismelor. Vor fi descrise: fosforite nodulare, fosforite oolitice, fosforite peletale şi fosforite coprolitice.

## 2.6.1. FOSFORITE NODULARE

*Reprezintă acumulări de fosfați, concreționare și informe (nodule), de obicei, libere sau dispersate în mase nisipo-argiloase sau carbonatice.*

**Descriere macroscopică.** Nodulii fosfatici prezintă forme foarte diverse, sînt compacți, duri și uneori acoperiți cu o peliculă fină formată din oxizi de mangan, care împiedică observarea caracterelor lor interne. Uneori sînt „sudați" în plăci cu porozitate evidentă (caracter spongios).

**Textură.** Dimensiunile nodulilor pot varia de la 1 mm la 10—20 cm, încadrîndu-se, deci, în categoriile psamit și psefit. În secțiuni, texturile apar amorfe și criptocristaline, omogene și mai rar oolitice (concentrice-radiare).

**Structură.** Prezintă structuri de precipitație chimică, uneori rubanată.

**Constituenți mineralogici.** Este constituit din colofan și francolit — componenți autigeni. Colofanul masiv alcătuiește masa nodulilor și înglobează adesea granule detritice de cuarț, feldspați, mice, piroxeni și glauconit, fragmente de organisme (în special foraminifere). În unele zone, în special în jurul granulelor alogene de cuarț, colofanul trece în francolit, cu o structură concentrică fibroasă (fig. 2.62).

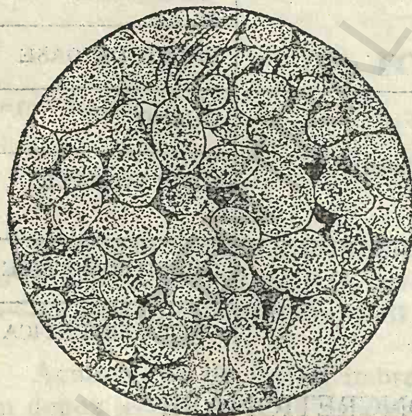


Fig. 2.62. Granule de colofan în fosforite nodulare

**Transformări diagenetice.** Se manifestă prin procese de substituție a fragmentelor de organisme cu colofan și francolit; alteori, se reflectă prin recristalizarea maselor de colofon.

**Ocurență.** Se întîlnesc sub formă de acumulări în sedimente sau diseminați în depozite argilo-nisipoase și carbonatice, acumulate în zone de platformă. Reprezintă depozite primare formate prin precipitare chimică în ape reci.

## 2.6.2. FOSFORITE OOLITICE

*Sînt roci fosfatice cu texturi oolitice, libere sau consolidate, cu aspect de gresii.*

**Descriere macroscopică.** Rocile compacte formează lentile sau chiar strate și au un colorit brun deschis sau brun-cenușiu. Sînt relativ dure și se pot confunda ușor cu unele tipuri de gresii.

**Textură** oolitică tipică. Dimensiunile oolitelor variază de la submilimetrice (0,2—0,7 mm) la milimetrice și mai rar centimetrice. Forma lor este sferică, subsferică sau ovoidală.

**Structură** chimică, de precipitație și diagenetică.

**Constituenți mineralogici.** Constituenții a u t i g e n i sînt reprezentați prin: colofan, francolit, ± calcedonie, calcit, hidroxizi de fier, care formează învelișurile concentrice ale oolitelor sau liantul. Învelișurile concentrice reprezintă zone cu grosimi și constituție diferită. Ele sînt alcătuite din: colofan și impurități feruginoase dispuse alternativ sau preferențial (hidroxizii de fier spre zonele centrale, colofanul în zonele periferice); alternanțe de colofan brun și izotrop cu francolit incolor și birefringent; alternanțe de colofan cu calcit și/sau calcedonie. Cantitatea de liant este variabilă și condiționată de abundența oolitelor. În constituția sa intră, de obicei, calcitul și oxizii de fier. Componenții a l o g e n i sînt reprezentați prin fragmente de cuarț, granule angulare și subangulare de cuarț, fragmente de argilite negre etc., care formează nucleii oolitelor.

**Transformări diagenetice.** Au loc în masa oolitelor și constau din remobilizări ale materiei organice și recristalizări ale colofanului în francolit; accentuează structurile concentrice și fibros radiare.

**Ocurență.** Se întîlnesc în cadrul asociațiilor litologice din zonele de platformă.

**Semnificații petrogenetice.** Indică procese de precipitare chimică, și parțial, de acreționare mecanică în zone de platformă continentală.

## 2.6.3. FOSFORITE PELETALE

*Roci fosfatice alcătuite din aglomerări concreționare de fosfați, lipsite de granul central (pelete) și cu diferite grade de consolidare.*

**Descriere macroscopică.** Formează aglomerări neregulate, lentiliforme sau uneori dispuse în strate. Au culori închise, brun, brun-verzui, chiar negre și nu se pot deosebi macroscopic de fosforitele oolitice sau unele categorii de gresii.

**Textură** psamitică. Dimensiunile peletelor variază de la ordinul milimetrilor la cel al centimetrilor. Forma lor ovoidală, rotunjită și subrotunjită. În secțiuni prezintă texturi nediferențiate sau concentrice.

**Structură** chimică, de precipitație și diagenetică.

**Constituenți mineralogici.** Componenți autigeni: colofan. Componenți alogeni: cuarț, mice, minerale argiloase. Peletele sînt constituite din colofan brun sau negru, de obicei nediferențiat, izotrop cu conținut variabil de pigment organic și granule alogene. Înglobează rar fragmente de organisme (briozoare, spongieri, bacterii) (fig. 2.63).



Fig. 2.63. Fosforite concreționare cu incluziuni de foraminifere

Liantul, cînd se întîlnește, este format din fosfat și un amestec de cuarț și calcit.

**Transformări diagenetice.** Calcitul poate substitui diagenetic unele pelete. De asemenea, colofanul tinde să recristalizeze sau să fie remobilizat pe fisuri sau între granulele de calcit. Se pare că conținutul inițial de carbonați ar fi fost înlocuit epigenetic de fosfați.

**Ocurență.** Se întîlnesc în depozite argilo-nisipoase și în roci carbonatice specifice zonelor de platformă.

**Semnificații petrogenetice.** Indică procese primare singenetice de precipitație sau o acreționare mecanică. Relațiile dintre fosfații autigeni și granulele alogene sugerează o depunere simultană.

## 2.6.4. FOSFORITE COPROLITICE

*Roci fosfatice formate din acumulări de coprolite (pelete fecale) mai mult sau mai puțin compacte, cimentate.*

**Descriere macroscopică.** În stare proaspătă se prezintă ca depozite compacte, cu aspect sticlos, divers colorate (galben, brun,

negru). Prin alterare devin albe sau galbene și capătă un aspect cretos.

**Textură granulară.** Coprolitele, cu dimensiuni variind între 0,1 și 1 mm pînă la 10—15 cm, au forme elipsoidale și subsferice.

**Structură:** chimică și organogenă.

**Constituenți mineralogici.** Autigeni: colofan, francolit±calcedonie, calcit. Alogeni: cuarț, minerale argiloase și fragmente de bioclaste (alge, flagelate, radiolari, diatomee, ostracode). Coprolitele propriu-zise sînt alcătuite din colofan incolor sau brun-gălbui, izotrop ($N>1,59$) și mai rar din francolit. Ele înglobează granule detritice, opal și bioclaste (± fragmente de oase). De obicei sînt separate între ele prin învelișuri de calcedonie și carbonați sau cimentate prin intermediul unei matrice (argilă silicioasă ± minerale detritice).

**Transformări diagenetice.** Tendințe de unire a coprolitelor izolate în agregate de tipul peletelor; remobilizări diverse în masa fosfaților și a silicei.

**Ocurență.** Apar mai rar ca depozite cu importanță petrografică.

**Semnificații petrogenetice.** Indică întotdeauna o activitate organică.

## B. FOSFORITE STRATIFORME

Cuprind roci fosfatice evident stratificate și foarte asemănătoare cu rocile detritice sau cu cele carbonatice. Se formează prin precipitare chimică, simultan cu acumularea prin sedimentare a unor constituenți detritici sau prin depunerea și diageneza unor fragmente de schelete de organisme bogate în fosfați. În cadrul depozitelor fosfatice stratiforme sînt cuprinse: fosforite stratificate, fosforite cu organisme și brecii de oase.

### 2.6.5. FOSFORITE STRATIFICATE

*Constituie depozite clastice stratificate, în care fosfații, fie sub formă de ciment fie sub formă granulară, apar în cantități care depășesc constituenții accesorii, de obicei subordonate conținutului în cuarț, carbonați sau minerale argiloase.*

**Descriere macroscopică.** Sînt roci compacte, relativ dure, foarte asemănătoare cu argilele, gresiile sau calcarele, în funcție de

natura petrografică a constituenților dominanți. Culoarea lor este, de asemenea, variabilă (cenușie închisă, neagră, alb-gălbuie, galbenă). Varietățile închise la culoare sînt proaspete și prezintă spărturi concoidale și luciu caracteristic.

**Textură** pelitică sau psamitică, cu granule angulare sau rotunjite; fosfații, în aceste roci, prezintă texturi amorfe, criptocristaline și mai rar microgranulare (nodulare).

**Structură:** mecanică și chimică. Rocile prezintă o stratificație vizibilă, uneori gradată, alteori ritmică (alternanțe de lamine negre milimetrice, de natură fosfatică, cu strate centimetrice mai deschise la culoare, de natură detritică sau carbonatică. Grosimea totală a fosforitelor stratificate nu depășește 5 m (de obicei stratele au grosimi de ordinul zecilor de centimetri).

**Constituenți mineralogici.** Constituenții a u t i g e n i sînt reprezentați prin: fosfați (colofan, francolit), glauconit, hematit, calcit, dolomit, pirită. Fosfații — colofanul și francolitul — intră în constituția matricei unor psamite glauconitice *(fosforite glauconitice)* sau sînt intim asociați cu minerale argiloase *(fosforite argiloase)*. În fosforitele glauconitice, fosfații de culoare galbenă apar în interstiții sub formă de zone neregulate, delimitînd goluri umplute cu calcit, înconjură diverse granule detritice sau substituie resturi de organisme (echinoderme, foraminifere, spongieri), cu păstrarea canalului axial. Colofanul se poate întîlni și ca nodule cu pigment glauconitic, incluzînd foraminifere și cristale de pirită.

În fosforitele argiloase, colofanul se asociază cu pirită, mice și hidroxizi de fier în masa fundamentală sau se evidențiază în aceasta sub formă de granule. Glauconitul se asociază frecvent cu fosfații și apare ca granule, nodule, pigment și pseudomorfoze după organisme (în special echinoderme). Granulele de glauconit, la contactul cu cimentul fosfatic, tind să-și piardă conturul. Calcitul și dolomitul pot apărea ca romboedri în masa matricei sau, uneori, ca relicte în masa fosfatică (dolomitul mai rar decît calcitul). Hematitul poate apărea ca pigment sau ca subromboedri (pseudomorfoze după calcit, dolomit etc.).

Componenți a l o g e n i: cuarț angular, mice, glauconit remaniat și fragmente litice.

**Transformări diagenetice.** Complexe și variate. Pentru constituenții fosfatici se manifestă prin pseudomorfoze pe fragmente de organisme și prin apariția texturilor concreționare în masa colofanului ce înconjură granulele detritice. Se observă și relații de substituție între oxizi (hematit) și calcit.

**Ocurență.** Fosforitele stratificate sînt asociate rocilor argiloase, gresiilor (glauconitice) și unor varietăți de calcare (crete).

**Semnificații petrogenetice.** Fosfații din cadrul acestor depozite reflectă procese singenetice și diagenetice de formare. Prin formațiunile în care se găsesc, caracterizează depozite de geosinclinal.

## 2.6.6. FOSFORITE CU ORGANISME

*Sînt roci stratiforme bogate în fosfați, dezvoltați sub formă de liant, noduli sau pseudomorfoze în masa unor roci de tipul biocalcarenitelor și silicolitelor.*

Diversele varietăți se deosebesc între ele prin natura materialului primar și prin relațiile acestuia cu fosfații. Cele mai frecvente asociații sînt *fosforitele cu crinoidee* și *fosforitele cu spiculi* și/sau *radiolari.*

### 2.6.6.1. Fosforite cu crinoidee

Reprezintă calcarenite[1] cu crinoidee și eventual brizoare și brahiopode, legate prin intermediul unui liant calcitic, larg cristalizat și intens fosfatizat (colofan amorf și izotrop + fosfați criptocristalini slab birefringenți). În rocă, fosfații apar ca și pseudomorfoze pe entrocele de crinoidee sau pe fragmentele de briozoare și brahiopode, reflectînd intense transformări diagenetice. Originea fosfaților este, de obicei, secundară.

### 2.6.6.2. Fosforite cu spiculi[2]

Reprezintă silicolite (spongolite sau gaize-spongolite) cu cantități însemnate de fosfați, dezvoltați fie ca nodule alungite, fie ca pseudomorfoze pe spiculi monoaxoni sau tetraxoni, al căror canal axial este, de obicei, lărgit și umplut cu fosfați identici cu cei din liant. Constituenții alogeni sînt reprezentați prin cuarț, feldspați, uneori pirită. Liantul este o matrice formată din minerale argiloase, carbonați și colofan (cu zone de recristalizare). Fosfatizarea apare ca un proces secundar în raport cu acumularea spiculilor și a granulelor.

---

[1] Pentru caractere texturale și structurale vezi aceste roci.
[2] Pentru caractere texturale și structurale vezi spongolitele.

### 2.6.6.3. Fosforite cu radiolari[1]

În legătură cu unele radiolarite negre și argile bituminoase se întîlnesc acumulări nodulare sau laminare de fosfați, care imprimă rocilor caracter de fosforite. Nodulii sînt masivi sau au structuri concentrice și înglobează testuri de radiolari și fragmente de argile bituminoase. În constituția lor intră colofan galben, nediferențiat, cu pigment organic ce conturează zone circulare, reprezentînd contururi de teste de radiolari fosfatizați. Alteori, sînt alcătuiți din elemente globulare, sferulitice de culoare galben-brună și cu structură fibro-radiară. Laminele fosfatice sînt paralele cu stratificația inițială a rocii și conțin cantități însemnate de materie organică, care conservă foarte bine testurile de radiolari (relația reflectă un mediu foarte liniștit de sedimentare).

## 2.6.7. BRECII DE OASE

*Formează depozite lenticulare sau stratiforme cu aspect brecios și compoziție complexă.*

Structura este organogenă și mecanică. În constituția lor intră fragmente bogate în fosfați, oase, dinți de pești, vertebre, copro-

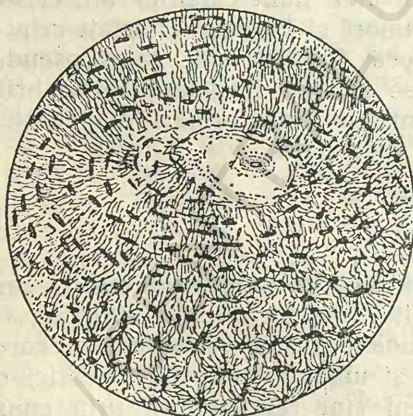


Fig. 2.64. Structură osoasă (canalul Haversian și corpusculi osoși) în brecie de oase

lite și subordonat calcit și opal (în canalele oaselor), cuarț, dolomit, baritină, pirită.

Fragmentele fosfatice sînt alcătuite din colofan incolor sau colorat de către un pigment organic, în galben-brun. Aceste frag-

[1] Pentru caractere structurale și texturale vezi radiolaritele.

mente pot păstra microstructura țesutului osos (*canalul Haversian* și lamelele concentrice ce dau aspecte sferulitice) sau pot fi lipsite de microstructură (dar cu forme caracteristice, prismatice și rectangulare, cu zonare aparentă și pseudoclivaj longitudinal).

Prin diageneză, depozitele pot suferi deformări mecanice; de asemenea, colofanul poate fi substituit de calcit și calcedonie.

## C. ACUMULĂRI INFORME

Constituie depozite fosfatice cu răspîndire locală, resprezentînd produse ale activității vitale *(guano)* sau provenite prin procese secundare (reziduale) de solubilizare selectivă și precipitare (*nisip fosfatic* și *fosforite reziduale*).

### 2.6.8. GUANO

Constituie un sediment cu compoziție complexă, reprezentînd acumulări de excremente și oase de vertebrate, în arii continentale (zone insulare și mediu speleean). Materialul se acumulează în forme neregulate și poate atinge grosimi de 30 m. Sedimentul inițial este format din fosfați de calciu, de amoniu, acid uric, oxalați de calciu și amoniu, sulfați alcalini etc. și are un grad slab de consolidare. Modificări de natură chimică pot conduce la cimentarea sedimentului (guano consolidat), care apare concreționar, cavernos și uneori cu spărturi concoidale. Acumulările din mediul speleean sînt cunoscute și sub numele de *cheiropterit*.

### 2.6.9. NISIP FOSFATIC

Reprezintă acumulări de fosfați granulari în vecinătatea unor fosforite sau a unor calcare fosfatice; constituie produse ale dezagregării și alterării chimice ale unor asemenea roci. Prin decalcifierea calcarelor fosfatice, reziduul fosfatic (țesuturi, osoase, foraminifere fosfatizate, granule de colofan și francolit) se acumulează în golurile din rocile subiacente, pe diverse fisuri sau este transportat la mici distanțe. Uneori, acest reziduu este legat printr-o matrice argiloasă.

METODICA DETERMINĂRII FOSFORITELOR

Determinarea fosforitelor comportă investigaţii complexe — optice, chimice şi fizice speciale:

1. Observaţii macroscopice. Cu ochiul liber fosforitele se deosebesc greu de unele roci sedimentare: argile, gresii, calcare, silicolite. Pe suprafeţe şlefuite se poate testa reacţia fosforului (vezi reacţii cromatice la fosfaţi).

2. Observaţii microscopice. Prin studiile microscopice se fac următoarele observaţii şi determinări:

— punerea în evidenţă, pe baza proprietăţilor optice, a mineralelor din grupa fosfaţilor;

— observaţii asupra formelor sub care aceştia apar în rocă — nodule, oolite, pelete, lamine, ciment şi înregistrarea participării lor procentuale. Se stabilesc astfel tipurile structurale de *fosforite concreţionare* şi *stratiforme* (vezi tab. 44);

— identificarea relaţiilor dintre fosfaţi şi alţi constituenţi ai rocii — fragmente de organisme, granule detritice, carbonaţi, oxizi, pirită, glauconit etc. Se stabilesc astfel tipuri petrografice de fosforite şi se apreciază intensitatea transformărilor diagenetice.

Determinarea fosforitelor pe cale optică trebuie completată cu analize chimice; tipurile de fosfaţi pot fi precizate prin analiza cu raze X şi spectroscopie de absorbţie în infraroşu.

# BIBLIOGRAFIE


BARTH T. F. W. *Feldspars*. Wiley, New York, 1969.

BETEHTIN A. *Curs de mineralogie*. Editura tehnică, Bucureşti, 1960.

BOURGHINION P. *Les silicates argileux*. Liège, Faculté des Science, 1967.

CAROZZI A. V. *Microscopic Sedimentary Petrography*. Wiley — New York, 1960.

CAROZZI A. V. *Sedimentary Rocks*. Halsted Press, Stroudsburg, 1975.

CARVER R. *Procedures in Sedimentary Petrology*. Wiley — New York, 1971.

CAYEUX L. *Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires*. Paris, 1931.

CHILINGAR G. V., BISSEL H. J., FAIRBRIDGE R. W. *Carbonate Rocks*. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1967.

DEER W. A., HOWIE R. A., ZUSSMAN J. *Rock-forming Minerals*. Longmans, London, 1967.

FUCHTBAUER H. *Sediments and Sedimentary Rocks 1*. E. Schweizerbartische Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, 1974.

HEINRICH E. W. *Microscopic Identification of Minerals*. McGraw-Hill, New York, 1965.

HOROWITZ A. S., POTTER P. E. *Introductory Petrography of Fossils*. Springer Verlag, Berlin, 1971.

LATIU V. N. *Cristalografie fizică*. Editura tehnică, Bucureşti, 1958.

LUTZNER H., FALK F., ELLENBERG I., GRUMBT E. *Tabellarische Documentation Klastischer Sedimente*. Veröffentlichungen des Zentralinstitute für Physik der Erde, Nr. 20, Potsdam, 1974.

MASSON B., BERRY L. G. *Elements of Mineralogy*. Freeman and Co., San Francisco, 1968.

MIHEEV V. I. *Rentgenometriceski opredeliteli mineralov*. Moskva, 1957.

MILLOT G. *Geology of Clays*. Springer Verlag, New York, 1970.

MILNER H. B. *Sedimentary Petrography*. George Allen, London, 1962.

MOORHOUSE W. W. *The study of rocks in thin section*, Harper & Brothers, New York, 1959.

PALACHE C., BERMAN H., FRONDEL C. *The System of Mineralogy*. Wiley, New York, 1963.

PAPIU V. C. *Petrografia rocilor sedimentare*. Editura Ştiinţifică, Bucureşti, 1960.

PARFENOFF A., POMEROL C., TOURENQ J. *Les minéreaux en grains*. Masson et Co., Paris, 1970.

PETTIJOHN F. J. *Sedimentary Rocks*. Harper, New York, 1957.

PETTIJOHN F. J., POTTER P. E., SIEVER R. *Sand and Sandstone*. Springer Verlag, New York, 1972.

POPESCU C. GH. *Determinarea microscopică a mineralelor opace*. Editura tehnică, Bucureşti, 1971.
RĂDULESCU P. D. *Petrografia rocilor sedimentare*, Ed. II-a, Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1965.
RĂDULESCU P. D., DIMITRESCU R. *Mineralogia topografică a României*. Editura Academiei, Bucureşti, 1966.
ROUBAULT M. *Determination des minéreaux des roches au microscope polarisant*. Ed. Lamarre, 1963.
SCOLARI G., LILLE R. *Nomenclature et classification des roches sédimentaires*. Bull. B.R.G.M. (2) IV, 2 1973.
STRAHOV N. M. *Méthodes d'étude des roches sédimentaires*. Izd. Inostranîe literaturî, Moscou, 1957.
TICKELL F. G. *The Techniques of Sedimentary Mineralogy*. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1965.
TODOR N. *Analiza termică a mineralelor*. Editura tehnică, Bucureşti, 1972.
TREIBER I. *Prelucrarea materialelor mineralogice şi petrografice*. Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1967.
TRÖGER W. E. *Optische Bestimmung des Gesteinsbilden den Minerale*. Springer Verlag, Stuttgart, 1968.
TWENHOFEL W. H., TYLER S. A. *Methods of Study of Sediments*. McGraw-Hill, New York, 1941.
VALETON IDA. *Bauxites*. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1972.
WINCHELL A. *Elements of Optical Mineralogy*, Wiley, New York, 1964.
ZUSSMAN J. *Physical Methods in Determinative Mineralogy*. Academic Press, London, 1967.

*NOTA:* figurile care redau imagini microscopice sînt construite de autor după observaţii originale şi după materiale puse la dispoziţie de Lect. dr. D. Grigorescu şi Lect. dr. O. Dragastan. Unele figuri au fost preluate din lucrările lui Cayeux, Milner, Moorhouse, Pettijohn şi Carozzi.

# ANEXE

ANEXA I

## MINERALELE GRUPATE după HABITUS şi FORMA DE AGREGARE

*Granule microcristaline sau amorfe*

Chamosit
Colofan
Glauconit
Greenalit
Stilpnomelan

*Agregate sferulitice*

Calcedonie
Dahlit
Siderit

*Oolite*

Calcit
Chamosit
Colofan
Glauconit
Greenalit
Hematit

*Cruste amorfe sau criptocristaline*

Colofan
Dahlit
Glauconit
Goethit
Hidrargilit
Limonit
Săruri haloide
Sulfaţi

*Cristale fibroase*

Actinot
Antofillit
Calcedonie
Crisotil
Gips
Serpentin
Sillimanit
Zeoliţi

*Cristale aciculare*

Actinot
Antofillit
Apatit
Aragonit
Epidot
Egirin
Hornblendă
Pectolit
Riebeckit
Rutil
Sillimanit
Turmalină
Wollastonit
Zeoliţi
Zoizit

*Anexa I* (continuare)

*Cristale lamelare (foioase)*

| | | |
|---|---|---|
| Biotit | Illit | Pirofilit |
| Clorit | Muscovit | Sericit |
| Caolinit | Montmorillonit | Talc |
| Grafit | Hidrargilit | |

*Habitus izometric*

| | | |
|---|---|---|
| | Fluorină | Periclaz |
| | Granat | Pirit |
| | Halit | Spinel |
| | Analcim | Magnetit |

*Habitus prismatic*

| | | |
|---|---|---|
| Hexagonal: | Patratic: | Rombic: |
| Apatit | Vezuvian | Aragonit |
| Beril | Rutil | Cordierit |
| Corindon | Zircon | |
| Turmalină | | |

*Habitus prismatic*

| | | |
|---|---|---|
| Rombic: | Monoclinic: | Triclinic: |
| Andaluzit | Amfiboli | Disten |
| Olivină | Piroxeni | |
| Staurolit | Epidot | |
| Topaz | Clinozoizit | |
| Zoizit | | |

*Habitus tabular*

| | | |
|---|---|---|
| Hexagonal: | Rombic: | Monoclinic: |
| Ilmenit | Baritină | Epidot |
| Hematit | Celestină | Feldspaţi |
| | Diaspor | Clinozoizit |
| | Zoizit | Monazit |
| | | Sfen |
| Triclinic: | Trigonal: scalenoedrii-romboedrii | |
| Disten | Calcit | |
| Feldspaţi | Dolomit | |
| | Siderit | |

PROPRIETĂȚI ȘI METODE DE STUDIU A MINERALELOR SEDIMENTARE

| Grupa de minerale | Prop. fizice | | Comportare la reactivi | | | Metode speciale | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | duritate | g.sp. | solubilitatea în apă | reacții: acizi | reacții: cromatice | A.T.D. | R.X. | I.R. | Fl. U.V. | susceptibilitate magnetică | microscopie electronică |
| Silice | — | | | | | | — | — | | | |
| Carbonați | — | | | — | — | — | — | — | — | | |
| Sulfați | — | | — | | — | — | — | — | | | |
| Săruri haloide | — | | — | | | | — | | — | | |
| Fosfați | | | | | — | — | — | — | | | |
| Oxizi și hidroxizi | | — | | — | | — | — | | | — | |
| Mice | | | | | | — | — | — | | — | |
| Clorite | | | | | | — | — | — | | — | |
| Minerale argiloase | — | | | | — | — | — | — | | | — |
| Feldspați | — | | | — | — | | — | — | | | |
| Zeoliți | | | | | | — | — | — | — | | |
| Minerale grele | — | — | | | | | — | | — | — | |

*Obs.*: Toate mineralele se studiază optic în N||.; N+.; L.C.
solub.=solubilitate în apă
r. crom.=reacții cromatice
Fl. U.V.=fluorescență în U.V.
S. mag.=susceptibilitate magnetică
M. elec.=microscopie electronică

## Minerale în ordinea durității (după scara Mohs) *ANEXA II I*

10 DIAMANT

9 CORINDON
Crisoberil
Rubin
Safir

8 TOPAZ
Andaluzit
Beril
Cordierit
Melanit
Picotit
Pleonast
Sillimanit
Spinel
Spessartin
Staurolit
Turmalină
Zircon

7 CUARȚ
Almandin
Andradit
Boehmit
Casiterit
Cloritoid
Clinozoizit
Cordierit
Diaspor
Egirin
Epidot
Disten
Magnetit
Melanit
Olivină
Pirit
Pirop
Rutil
Sillimanit
Spessartin
Spodumen
Staurolit
Turmalină
Vezuvian
Zoizit

6 ORTOCLAZ
Agat
Albit
Allanit
Anataz
Andezin

6 Anortit
Anortoclaz
Augit
Boehmit
Bronzit
Brookit
Bytownit
Calcedonit
Cloritoid
Clinozoizit
Diaspor
Diopsid
Egirin
Epidot
Disten
Grossular
Hornblendă
Hipersten
Ilmenit
Labrador
Magnetit
Marcasit
Microclin
Nefelin
Oligoclaz
Olivină
Opal
Periclaz
Pirit
Rutil
Sillimanit
Sanidin
Sodalit
Spodumen
Tremolit
Vezuvian
Zoizit

5 APATIT
Actinot
Analcim
Anataz
Antigorit
Augit
Brookit
Cromit
Diopsid
Enstatit
Goethit
Hematit
Hornblendă
Hipersten
Disten

5 Ilmenit
Leucoxen
Magnetit
Monazit
Nefelin
Periclaz
Perovskit
Psilomelan
Sfen
Sodalit
Tremolit
Wollastonit
Xenotim

4 FLUORINĂ
Ankerit
Antigorit
Aragonit
Crisotil
Disten
Dolomit
Limonit
Magnezit
Siderit
Xenotim

3 CALCIT
Anhidrit
Ankerit
Allofan
Baritină
Biotit
Celestină
Clorit
Hidrargilit
Muscovit
Nacrit
Serpentin
Thuringit

GIPS
Clorit
Dickit
Glauconit
Halloyzit
Caolinit
Piroluzit

1 TALC
Grafit
Montmorillonit
Nontronit
Pirofilit

Mineralele în ordinea greutății lor specifice[3]

| | |
|---|---|
| 1,86 | Allofan |
| 2,06 | Sulf |
| 2,10 | Opal |
| 2,10—2,20 | Heulandit |
| | Sodalit |
| 2,20—2,30 | Analcim |
| | Glauconit |
| | Grafit |
| | Sodalit |
| 2,30—2,40 | Glauconit |
| | Gips |
| | Hidargilit |
| | Sodalit |
| 2,40—2,50 | Crisotil |
| | Glauconit |
| | Montmorillonit |
| | Nacrit |
| | Nontronit |
| 2,50—2,60 | Agat |
| | Anortoclaz |
| | Antigorit |
| | Beidellit |
| | Calcedonie |
| | Cordierit |
| | Dickit |
| | Glauconit |
| | Halloyzit |
| | Iddingsit |
| | Montmorillonit |
| | Nacrit |
| | Nontronit |
| | Nefelin |
| | Ortoclaz |
| | Pirofilit |
| 2,60—2,70 | Albit |
| | Andezin |
| | Antigorit |
| | Beidellit |
| | Beril |
| | Calcedonie |
| 2,60—2,70 | Colofan |
| | Cordierit |
| | Glauconit |
| | Iddingsit |
| | Caolinit |
| | Cuarț |
| | Labradorit |
| | Nefelin |
| | Oligoclaz |
| | Penin |
| | Pirofilit |
| 2,70—2,80 | Anortit |
| | Beril |
| | Bytownit |
| | Calcit |
| | Clinoclor |
| | Colofan |
| | Glauconit |
| | Iddingsit |
| | Muscovit |
| | Pirofilit |
| | Stilpnomelan |
| | Talc |
| 2,80—2,90 | Biotit |
| | Colofan |
| | Dolomit |
| | Flogopit |
| | Lepidolit |
| | Muscovit |
| | Pirofilit |
| | Stilpnomelan |
| 2,90 BROMOFORM | |
| 2,90—3,00 | Anhidrit |
| | Ankerit |
| | Aragonit |
| | Biotit |
| | Eudialit |
| | Magnezit |
| | Muscovit |
| | Flogopit |
| | Stilpnomelan |

[3] Mineralele cu greutate specifică variabilă sînt repetate în diferite decade, în funcție de valorile extreme ale g.sp.

| | |
|---|---|
| 3,00—3,10 | Actinot<br>Biotit<br>Chamosit<br>Eudialit<br>Glaucofan<br>Hornblendă<br>Flogopit<br>Tremolit<br>Turmalină |
| 3,10—3,20 | Actinot<br>Andaluzit<br>Apatit<br>Biotit<br>Boehmit<br>Chamosit<br>Diopsid<br>Enstatit<br>Fluorină<br>Glaucofan<br>Hornblendă<br>Flogopit<br>Spodumen<br>Thuringit<br>Tremolit<br>Turmalină |
| 3,20—3,30 | Actinot<br>Apatit<br>Augit<br>Bronzit<br>Chamosit<br>Cloritoid<br>Diopsid<br>Enstatit<br>Epidot<br>Flogopit<br>Hornblendă<br>Sillimanit<br>Tremolit<br>Zoizit |

3,30 IODURA DE METILEN

| | |
|---|---|
| 3,30—3,40 | Augit<br>Chamosit<br>Cloritoid<br>Clinozoizit<br>Diopsid<br>Epidot<br>Hipersten<br>Olivină<br>Vezuvian<br>Zoizit |
| 3,40—3,50 | Augit<br>Berkevicit<br>Chamosit<br>Cloritoid<br>Diaspor<br>Epidot<br>Grossular<br>Hipersten<br>Riebekit<br>Sfen<br>Vezuvian |
| 3,50—3,60 | Augit<br>Cloritoid<br>Egirin<br>Grossular<br>Leucoxen<br>Periclaz<br>Sfen<br>Spinel<br>Topaz |
| 3,60—3,70 | Disten<br>Leucoxen<br>Periclaz<br>Spinel<br>Staurolit |
| 3,70—3,80 | Andradit<br>Crisoberil<br>Leucoxen<br>Limonit<br>Siderit<br>Staurolit |
| 3,80—3,90 | Anataz<br>Brookit<br>Leucoxen<br>Limonit<br>Siderit<br>Spessartin |
| 3,90—4,00 | Anataz<br>Brookit<br>Celestină<br>Corindon<br>Hercinit<br>Leucoxen<br>Spessartin |
| 4,00—4,10 | Brookit<br>Corindon |

*ANEXA IV*

| | |
|---|---|
| | Goehtit<br>Leucoxen<br>Perovskit<br>Picotit<br>Spessartin |
| 4,10–4,20 | Almandin<br>Allanit<br>Goehtit<br>Leucoxen<br>Psilomelan<br>Rutil<br>Spessartin |
| 4,20–4,30 | Almandin<br>Goehtit<br>Leucoxen<br>Rutil<br>Spessartin |
| 4,30–4,40 | Cromit<br>Goehtit<br>Leucoxen<br>Xenotim |
| 4,50–4,60 | Baritină<br>Cromit |
| 4,50–4,60 | Ilmenit<br>Xenotim<br>Zircon |
| 4,60–4,70 | Ilmenit<br>Zircon |
| 4,70–4,80 | Ilmenit<br>Marcasit<br>Pirit<br>Pirolusit |
| 4,80–5,00 | Ilmenit<br>Monazit<br>Pirit |
| 5,00–5,10 | Monazit<br>Pirit |
| 5,10–5,20 | Magnetit<br>Monazit |
| 5,20–5,30 | Hematit<br>Monazit |
| 6,80–7,20 | Casiterit |

*ANEXA V*

## Tabele pentru diagnosticarea mineralelor

(Mod de utilizare)

Pentru identificarea unui mineral ... colorat/incolor (turmalină/topaz) se determină mai întîi relieful... negativ/pozitiv în raport cu balsamul. Se caută apoi în tabelul x la minerale . . . colorate/incolore, iar pe coloana refringenței se urmăresc mineralele. Dintre mai multe posibilități date de aceste proprietăți, restrîngerea în continuare a „soluțiilor" se face prin determinarea caracterului uniax și biax (prin figura de interferență sau cu ajutorul M.U.F.). Precizarea semnului optic lasă foarte puține probabilități de confuzie. Pentru cele cîteva minerale cu proprietăți aparent similare sau între care nu se pot face distincții cu ajutorul tabelului se consultă descrierea lor în text și recomandările pentru un diagnostic exact.

În cazul cînd ne aflăm în posesia unor date absolute — valorile durității, greutății specifice, susceptibilității magnetice se pot consulta anexele III, IV și tabelul 25 cu mineralele în ordinea crescătoare a acestor valori.

*ANEXA V*

### 1. Minerale izotrope

| N | Mineral | Culoare i=incolor |
|---|---|---|
| 1,40–1,45 | opal | cenuşiu, brun, i. |
| | fluorină | i., roşu, albastru |
| 1,45–1,50 | allofan | i. |
| | sodalit | i., albastru |
| | analcim | i. |
| | silvină | i. |
| 1,50–1,51 | lazurit | albastru |
| | leucit | i. |
| | balsam | |
| 1,544 | halit | i. |
| 1,55–1,56 | metahalloyzit | i. |
| 1,58–1,63 | colofan | brun |
| 1,65–1,67 | greenalit | verde oliv |
| 1,72–1,74 | spinel | i. |
| 1,72–1,77 | pirop | roz |
| 1,73–1,77 | grossular | i. |
| 1,74 | periclaz | |
| 1,77–1,82 | almandim | i., roz |
| 1,78–1,80 | hercinit | verzui |
| 1,79–1,81 | spessartin | i. |
| 1,82 | zircon | cenuşiu, alb |
| 1,85–1,89 | andradit | brun |
| 1,94 | melanit | brun |
| 2,00 | picotit | brun oliv |
| 2,00–2,40 | limonit | roşu, brun |
| 2,10–2,20 | cromit | opac |
| 3,5 –2,8 | leucoxen | cenuşiu, alb |

### 2. Minerale anizotrope care se comportă izotrop:

Allanit
Colofan
Greenalit
Hematit
Halloyzit
Caolinit
Leucoxen
Metahalloyzit
Serpentin („serpofit")
Zircon (metamic)

### 3. Minerale anizotrope incolore

| Indice de refracție | Uniax | | Biax | |
|---|---|---|---|---|
| | pozitiv | negativ | pozitiv | negativ |
| 1,500 | | calcit± | | montmorillonit |
| 1,500–1,540 | | calcit<br>dolomit∓<br>nefelin— | cuarțină+<br>calcedonit<br>gips—<br>albit+ | cordierit—<br>ortoclaz—<br>microclin—<br>montmorillonit |
| balsam | | | | |
| 1,540–1,600 | cuarț+ | nefelin—<br>calcit—<br>dolomit—<br>beril— | albit+<br>oligoclaz±<br>anhidrit—<br>labrador— | cordierit—<br>caolinit—<br>muscovit+<br>hidromice+<br>aragonit—<br>oligoclaz±<br>andezin±<br>anortit— |
| 1,600–1,700 | | calcit±<br>dolomit±<br>apatit—<br>turmalină—<br>siderit± | diopsid+<br>sillimanit+<br>topaz+<br>baritină+<br>celestină+<br>olivină±<br>zoizit— | aragonit<br>tremolit+<br>andaluzit—<br>wollastonit± |
| 1,700–1,780 | xenotim+ | siderit±<br>corindon± | hedenbergit—<br>zoizit—<br>clinozoizit—<br>diaspor— | epidot+<br>disten— |
| 1,780 | casiterit<br>zircon+<br>xenotim+ | siderit±<br>anataz+ | sfen—<br>monazit+<br>brookit± | |

*Obs.*: ± semnul alungirii

## 4. Minerale anizotrope colorate în galben, brun deschis, brun

| Indice de refrație | Uniax | | Biax | |
|---|---|---|---|---|
| | pozitiv | negativ | pozitiv | negativ |
| 1,500 | | | | montmorillonit |
| 1,500—1,540 | | dolomit± | | cordierit—<br>ortoclaz+<br>montmorillonit |
| balsam | | | | |
| 1,540—1,600 | | dolomit±<br>beril— | nontronit+ | cordierit—<br>caolinit±<br>muscovit+<br>aragonit—<br>glauconit |
| 1,600—1,700 | | dolomit±<br>turmalină—<br>apatit—<br>siderit± | augit±<br>spodumen+<br>antofilit+ | glauconit<br>aragonit—<br>biotit+<br>allanit+<br>hipersten+<br>hornblendă+ |
| 1,700—1,780 | xenotim+ | vezuvian±<br>siderit+—<br>corindon+— | staurolit+<br>augit+— | epidot±<br>hipersten+—<br>allanit+— |
| 1,780 | casiterit<br>zircon+<br>rutil+<br>xenotim+ | siderit+—<br>anataz+— | sfen—<br>monazit+<br>brookit+— | goehtit+—<br>lepidocrocit<br>allanit+— |

## 5. Colorate în roșu, roz, roz-violet

| N | (+) | (—) | (+) | (—) |
|---|---|---|---|---|
| 1,600—1,700 | | turmalină— | spodumen+<br>zoizit— | glaucofan+<br>tremolit+<br>andaluzit— |
| 1,700—1,780 | | corindon+— | zoizit— | hipersten+ |
| 1,780 | casiterit<br>zircon+<br>rutil+ | anataz+<br>hematit | | goethit+—<br>lepidocrocit |

*Obs.*: +— semnul alungirii
——— mineral pleocroic

### 6. Minerale anizotrope colorate în verde

| Indice de refracție | Uniax pozitiv | Uniax negativ | Biax pozitiv | Biax negativ |
|---|---|---|---|---|
| balsam | | | | |
| 1,540—1,600 | | beril | nontronit+<br>clorit+—<br>serpentin<br>crisotil+ | montronit+<br>antigorit+<br>clorit+—<br>glauconit |
| 1,600—1,700 | | apatit—<br>turmalină— | spodumen+<br>zoiziz—<br>sillimanit+<br>olivină+<br>diopsid+<br>augit+ | andaluzit—<br>tremolit+<br>actinot+<br>hipersten+<br>olivină+<br>hornblendă+<br>biotit+<br>glauconit |
| 1,700—1,780 | | vezuvian+— | hedenbergit—<br>augit+ | hipersten+<br>epidot+— |
| 1,780 | zircon | | monazit+ | |

### 7. Colorate în albastru și violet

| N | (+) | (—) | (+) | (—) |
|---|---|---|---|---|
| 1,500—1,540 | | | | cordierit— |
| balsam | | | | |
| 1,540—1,600 | | beril— | | cordierit— |
| 1,600—1,700 | | turmalină— | | |
| 1,700—1,780 | | apatit—<br>corindon+— | cloritoid— | glaucofan+<br>riebeckit—<br>disten+<br>hipersten+ |

*Obs.*: +— semnul alungirii
mineral pleocroic

*ANEXA VI*

**Principalele minerale detritice și sursele lor posibile**

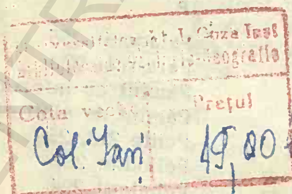
| Roci magmatice acide | Roci magmatice bazice | Pegmatite |
|---|---|---|
| Albit | Analcim | Beril |
| Anataz | Anortit | Casiterit |
| Andaluzit | Anortoclaz | Crisoberil |
| Andezin | Augit | Columbit |
| Apatit | Barkevicit | Cuarț |
| Beril | Bytownit | Lepidolit |
| Biotit | Cromit | Muscovit |
| Brookit | Diopsid | Ortoclaz |
| Casiterit | Egirin | Turmalină |
| Corindon | Glauconit | Xenotim |
| Fluorină | Hematit | |
| Hornblendă | Heulandit | FILOANE |
| Lepidolit | Hipersten | |
| Lepidomelan | Iddingsit | Baritină |
| Melanit | Ilmenit | Calcit |
| Microclin | Labrador | Cuarț |
| Monazit | Leucoxen | Calcedonie |
| Muscovit | Magnetit | Fluorină |
| Oligoclaz | Magnezit | Hematit |
| Opal | Olivină | Marcasit |
| Ortoclaz | Penin | Psilomelan |
| Pirit | Perovskit | Pirit |
| Cuarț | Picotit | Piroluzit |
| Rutil | Plagioclaz | Siderit |
| Spessartin | Pirop | |
| Sfen | Sfen | |
| Spodumen | Sodalit | |
| Topaz | Zircon | |
| Turmalină | Zoizit | |
| Xenotim | | |
| Zircon | | |

| Roci metamorfice | | Roci sedimentare |
|---|---|---|
| Actinot | Clorit | Anhidrit |
| Almandin | Cloritoid | Ankerit |
| Albit | Clinozoizit | Aragonit |
| Anataz | Crizotil | Baritină |
| Andaluzit | Cuarț | Calcit |
| Andradit | Diopsid | Calcedonie |
| Beril | Disten | Celestină |
| Biotit | Cordierit | Cuarț |
| Brookit | Corindon | Gips |

| Roci metamorfice | | Roci sedimentare |
|---|---|---|
| Enstatit | Perovskit | Glauconit |
| Epidot | Picotit | Caolinit |
| Flogopit | Pirop | Hematit |
| Fluorină | Riebeckit | Leucoxen |
| Glaucofan | Rutil | Marcasit |
| Grafit | Sillimanit | Opal |
| Granat | Sfen | Periclaz |
| Grossular | Spinel | Pirit |
| Hematit | Spodumen | Psilomelan |
| Hercinit | Staurolit | Siderit |
| Hornblendă | Thuringit | Spinel |
| Lepidomelan | Topaz | Zircon |
| Magnetit | Turmalină | |
| Magnezit | Tremolit | |
| Melanit | Vezuvian | |
| Microclin | Wollastonit | |
| Oligoclaz | Zoizit | |
| Ortoclaz | | |
| Olivină | | |

## INDEX DE MINERALE

# INDEX DE ROCI



**Editura tehnică** vor apărea:

Buracu — *Prospectarea geochimică a zăcămintelor de minereuri.*
Sandu ş.a. — *Probarea zăcămintelor de minerale utile solide.*
Florea — *Alunecări de teren şi taluze (exemple de calcul).*
Pârvu, V. Negoiță, P. Călin — *Petrolul şi gazele în colectoare fisurate.*



Editura tehnică